OFICINA DE POSGRADOS

TEMA:

MODELO DE MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZACIÓN DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INGENIERÍA-DISEÑO-SUELA

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Magister en Administración de Empresas

Línea de Investigación:

ADMINISTRACIÓN EFICIENTE DE LAS ORGANIZACIONES PARA LA COMPETITIVIDAD SOSTENIBLE LOCAL Y GLOBAL

Autor:

Juan Carlos Torres Castro

Director:

Mg. Fredy Leonardo Ibarra Sandoval

Ambato – Ecuador

Octubre 2023

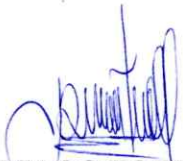
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **JUAN CARLOS TORRES CASTRO,** con cédula de ciudadanía **1804732582,** autor del trabajo de graduación intitulado: "MODELO DE MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZACIÓN DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INGENIERÍA-DISEÑO-SUELA", previo a la obtención título profesional de **MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS** en la Oficina de **POSGRADOS.**

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ambato, octubre 2023



JUAN CARLOS TORRES CASTRO

CC. 1804732582

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Tema:

MODELO DE MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZACIÓN DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INGENIERÍA-DISEÑO-SUELA

Línea de Investigación:

ADMINISTRACIÓN EFICIENTE DE LAS ORGANIZACIONES PARA LA COMPETITIVIDAD SOSTENIBLE LOCAL Y GLOBAL

Autor:

Juan Carlos Torres Castro

Fredy Leonardo Ibarra Sandoval, Lic. Mg.
CALIFICADOR f._____

Diana Gabriela Flores Carrillo, Ing. Mg.
CALIFICADOR f._____

Carlos Ernesto Flores Tapia, Ing. PhD.
CALIFICADOR f._____

Juan Carlos Acosta Teneda, P. PhD.
OFICINA DE POSGRADOS f._____

Hugo Rogelio Altamirano Villarroel, Dr.
SECRETARIO GENERAL PUCESA f._____

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
SECRETARÍA GENERAL
PROCURADURÍA

Ambato – Ecuador

Octubre 2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a la PUCE Sede Ambato, principalmente, al Centro de Posgrados de la Escuela de Administración de Empresas, quien me acogió en sus aulas y gracias a sus conocimientos impartidos me dotaron de destrezas necesarias para lograr mi meta propuesta y desenvolverme competentemente en el ámbito laboral.

Adicionalmente, agradezco a los docentes Fredy Ibarra, Carlos Flores, Osmany Pérez y Mónica Alarcón, quiénes han sido mi guía constante en el desarrollo y culmen exitoso de la investigación.

Torres Castro Juan Carlos

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, principalmente, a Dios quien ha sido mi fortaleza y mi guía por el sendero correcto en los momentos de angustia y dificultad; a mi Padre y Madre, quienes me han dado la vida, guiado y sido un pilar fundamental en mi vida para ser un hombre de bien y nunca desviarme de mis metas propuestas y de la voluntad de Dios; a mis abuelitas, a todos mis tíos y primos, que gracias a sus palabras de aliento me han impulsado a salir adelante y a superarme pese a las dificultades de la vida.

A todos mis amigos, quienes se convirtieron en parte de mi familia y mostraron toda su disposición y voluntad para ayudarme en todo momento. Finalmente, a cada uno de mis docentes, quienes impartieron todos sus conocimientos desinteresadamente brindándome destrezas y habilidades necesarias para desenvolverme en el ámbito profesional.

Torres Castro Juan Carlos

RESUMEN

El proyecto investigativo se ejecuta en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela a fin de elevar la calidad y productividad del proceso productivo de suelas para calzado, debido a que, se evidencian grandes cantidades de desperdicios y pérdida de tiempo en la línea de producción, incumplimiento de fechas de entrega, daños en la maquinaria, averías inesperadas, productos defectuosos, por ende, pérdidas monetarias significantes. En este contexto, la industria manufacturera es fundamental para la economía del país y, abarca la mayor cantidad de empresas que aportan significativamente al Producto Interno Bruto (PIB); sin embargo, la emergencia sanitaria por COVID-19 ha creado un panorama con fluctuación en la demanda y recesión económica poco beneficioso para la industria global y, específicamente, para este sector. De esta forma, es preciso que las organizaciones dedicadas a estas actividades implementen herramientas de manufactura esbelta, que permita entregar productos de calidad a precios competitivos. En consecuencia, es necesario contar con herramientas que permitan competir en el mercado global, por tanto, esta investigación busca: diseñar un modelo de manufactura esbelta para la optimización de calidad y productividad en la empresa Ingeniería-Diseño-Suela. Con este antecedente, la metodología de la investigación es de tipo descriptiva y enfoque mixto, se apoya en los métodos inductivo-deductivo e instrumentos de recopilación de información para solucionar problemas y necesidades identificadas, y así, establecer información verídica, real y confiable que sirva como referente para las demás empresas del sector, a fin de mejorar sus procesos de producción.

Palabras clave: manufactura esbelta, calidad, productividad, rentabilidad, suelas.

ABSTRACT

This research project has been carried out in the sole manufacturing company “Ingeniería-Diseño-Suela” in order to increase the quality and productivity of the production process of soles for footwear. Large amounts of waste and loss of time have been evident on the production line, failure to meet delivery dates, damage to machinery, unexpected breakdowns, defective products, and therefore, significant monetary losses. The manufacturing industry is fundamental to the economy and includes the largest number of companies that contribute significantly to the country's Gross Domestic Product (GDP). However, the COVID-19 health emergency created a fluctuating outlook in terms of demand. The economic recession was of little benefit to the global industry, specifically, to this sector. In this way, it is necessary that organizations dedicated to these activities implement lean manufacturing tools, which allow them to deliver quality products at competitive prices. Consequently, it is necessary to have tools that allow us to compete in the global market. This research seeks to design a lean manufacturing model for the optimization of quality and productivity in the “Ingeniería-Diseño-Suela” company. The research methodology is descriptive. Mixed approach, which is based on inductive-deductive methods and information collection instruments to solve problems and identified needs, in order to establish true, real and reliable information that serves as a reference for other companies in the sector in order to improve their production processes.

Keywords: lean manufacturing, quality, productivity, profitability, shoe soles.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD iii
AGRADECIMIENTO iv
DEDICATORIA v
RESUMEN vi
ABSTRACT vii
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA 6
1.1. Participación del sector manufacturero en Ecuador 6
1.2. Origen, principios y herramientas de la Manufactura Esbelta (ME) 8
1.3. Calidad, productividad y optimización 20
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO 32
2.1. Modalidad de Investigación 32
2.2. Caracterización de la industria de calzado 45
2.3. Resultados de la búsqueda sistemática 47
2.4. Caracterización de la empresa I-D-S 62
CAPÍTULO III. MODELO DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA-DISEÑO-SUELA 65
3.1. Herramientas que configuran el Modelo de Manufactura Esbelta para la Empresa I-D-S 65
3.2. Modelo de ME basada en TPS 68
3.3. Aplicación operativa 69
3.4. Argumentación de la Idea a Defender 91
CONCLUSIONES 93
RECOMENDACIONES 95
BIBLIOGRAFÍA 96
ANEXOS 106

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Beneficios de la ME 12
Gráfico 2. Proceso de la ME..... 13
Gráfico 3. Principios de la Manufactura Esbelta..... 15
Gráfico 4. Principios de la Gestión de Calidad 24
Gráfico 5. Proceso Productivo..... 26
Gráfico 6. Factores que determinan la productividad 27
Gráfico 7. Mapa de Procesos Empresa I-D-S 39
Gráfico 8. Diagrama de Ishikawa Empresa I-D-S..... 39
Gráfico 9. Campo de aplicación de las investigaciones..... 48
Gráfico 10. Herramienta de ME..... 49
Gráfico 11. Combinación de más de una herramienta de ME..... 49
Gráfico 12. Resultados obtenidos con la aplicación de ME..... 50
Gráfico 13. TPM (Mantenimiento Productivo Total)..... 52
Gráfico 14. 5S (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina) 52
Gráfico 15. SMED (Cambio rápido de herramientas) 53
Gráfico 16. Kanban (Sistema de control de inventario) 54
Gráfico 17. Kaizen (Mejora continua) 54
Gráfico 18. Heijunka..... 55
Gráfico 19. Jidoka 56
Gráfico 20. Just in time..... 56
Gráfico 21. Uso de recursos disponibles para alcanzar los objetivos..... 57
Gráfico 22. Seguimiento de los costos de producción..... 58
Gráfico 23. Estándares de calidad claros..... 59
Gráfico 24. Cumplimiento de los plazos de entrega 59
Gráfico 25. Logro de alto rendimiento en relación con la capacidad de producción.. 60
Gráfico 26. Enfoque en la satisfacción del cliente 61
Gráfico 27. Establecimiento de mecanismos para cumplir plazos de entrega..... 61
Gráfico 28. Modelo de manufactura esbelta baso en TPS 67
Gráfico 29. Secciones Toyota Way 68

Gráfico 30. Flujograma de procesos para la fabricación de suelas 70
Gráfico 31. VSM Actual del Proceso productivo de la Empresa I-D-S 74
Gráfico 32. TC vs TKT 75
Gráfico 33. VSM Futuro del Proceso productivo de la Empresa I-D-S 78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferencias entre manufactura esbelta y manufactura tradicional 10
Cuadro 2. Herramientas de la Manufactura Esbelta..... 16
Cuadro 3. Conceptualización de la calidad desde varios autores 21
Cuadro 4. Técnicas de recolección de información..... 38
Cuadro 5. Operacionalización variable independiente 42
Cuadro 6. Operacionalización variable dependiente 44
Cuadro 7. Resumen de procesamiento de datos 51
Cuadro 8. Resultado del análisis de fiabilidad..... 51
Cuadro 9. Métricas del proceso producto..... 72
Cuadro 10. Cálculo de la demanda..... 72
Cuadro 11. Cálculo de Lead Time (Tiempo de entrega)..... 73
Cuadro 12. Cálculo de valor agregado..... 73
Cuadro 13. Cálculo de takt time (Velocidad para satisfacer la demanda del cliente) 73
Cuadro 14. VSM Actual del Proceso de Fabricación de Suelas de la Empresa I-D-S 75
Cuadro 15. Planes de Acción..... 77
Cuadro 16. Datos del Tablero Kanban de tareas del Proceso Productivo 80
Cuadro 17. Tablero Kanban de tareas del Proceso Productivo..... 81
Cuadro 18. Estado de la Tarea 82
Cuadro 19. Criticidad de la Tarea..... 82
Cuadro 20. Inventario de máquinas 83
Cuadro 21. Frecuencia de Mantenimiento Preventivo..... 84
Cuadro 22. Gama de mantenimiento Preventivo para Inyectora Horizontal de Polímeros..... 84
Cuadro 23. Gama de mantenimiento Preventivo para Molino Triturador de Polímero 87
Cuadro 24. Resultados esperados..... 91

INTRODUCCIÓN

El sector industrial manufacturero promueve principalmente la inversión mundial en términos de desarrollo tecnológico e investigación. Según los autores Astudillo et al. (2017), se asegura que a pesar de que las empresas dedicadas a la prestación de servicios muestra un continuo crecimiento, el manufacturero permanece como uno de los más relevantes a nivel mundial en términos económicos, es por esto que, está en continua innovación y cambios respecto a ámbitos tecnológicos e investigativos, mediante la integración de tecnologías digitales que promueven el crecimiento constante de las economías y ofrece la posibilidad de empleo para las comunidades.

De esta forma, en consonancia con Palomino (2017), la industria es eje primordial para la innovación productiva mediante sus fuerzas promotoras de desarrollo que motivan a sustituir procesos rudimentarios por complejos. Cabe agregar que, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) discurre que el sector industrial continua siendo indispensable para el avance de los Latinoamericanos y el Caribe, no obstante, es importante tomar en cuenta que mientras más grande y fuerte sea el nivel de industrialización y el avance en el crecimiento del sector manufacturero, éste pierde tamaño relativo frente a los servicios, debido a que, una vez satisfechas las necesidades de los bienes industriales se demanda la satisfacción de servicios personales, financieros, de salud, ente otros (Santeliz, 2014, p. 2).

En consonancia con lo anterior, según Torres et al. (2019), se considera que América Latina y principalmente en Ecuador busca dinamizar la economía del país mediante la transformación de varios sectores como el logístico, del transporte y sobre todo el manufacturero, pues se ha evidenciado que es fundamental para la economía, debido a que las empresas de este sector aportan significativamente al PIB ecuatoriano. Por ejemplo, la Universidad de las Américas (2018), sostiene que este sector fortalece al país, ya que, los productos contienen un valor comercial inigualable y genera empleo que conforme a estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) aporta con el 11% de fuentes de trabajo del país.

En contraste con lo anterior, la emergencia sanitaria producida por el COVID-19, por la cual el mundo entero se encuentra afectado, ha creado un panorama con fluctuación en la demanda y recesión económica poco beneficiosa para la industria manufacturera. De esta forma, es preciso que las empresas dedicadas a estas actividades generen investigación e implementen tecnologías y herramientas que promuevan el progreso tecnológico y entregar productos de calidad a precios competitivos que promueva una posición estratégica en el nicho de mercado al cual está orientado (Bauzá & Melgoza, 2020).

En efecto, de acuerdo con Favela et al. (2019), las empresas industriales, se encuentran con el reto de establecer nuevas técnicas organizacionales y productivas esenciales para elevar la competitividad en el mercado global. Aun cuando, existen filosofías de gestión empresarial y herramientas disponibles ideales para la mejora de procesos, flexibilización del diseño de la organización y sistemas, maximización productiva que permita posicionarse estratégicamente en el mercado global, el esfuerzo para innovar resulta exhaustivo en Latinoamérica y el Caribe.

Respecto a lo mencionado, en Ecuador, es difícil la innovación y transformación productiva pues los procedimientos del sector manufacturero son fragmentados y poco dinámicos, lo que no es beneficioso para orientar a un objetivo global a cada una de las actividades pertenecientes a un mismo proceso (Astudillo & Briozzo, 2017). Visto de otro modo, las diversas actividades de los procesos productivos y de apoyo dentro de la cadena de valor de una organización, se alejan de la meta global de la organización en términos de rentabilidad y productividad, pues solo buscan cumplir sus objetivos individuales enfocados a la mejora continua de su desempeño. A pesar de que constantemente, se busca la mejora continua no siempre, se alcanza los niveles productivos y de eficiencia necesarios.

Lo anterior quiere decir que, en la industria manufacturera cada proceso busca objetivos individuales lo que presenta graves problemas como desperdicios en tiempo de producción y recursos. Esta situación, desencadena una serie de efectos como improductividad, productos de baja calidad, mala utilización de los equipos,

contaminación visual, desorden y pérdidas monetarias significativas. Por consiguiente, la escasa sistematización los procesos productivos impulsa a que más de la mitad de los recursos que dispone una industria sean desperdiciados, ya sean estos, materia prima, energía o incluso recursos financieros y medioambientales (González et al., 2018).

Hay que mencionar, además que, en el sector industrial las actividades de mantenimiento son consideradas como prescindibles y planificadas de forma inadecuada sin alinearlo a la gestión de calidad. A causa de esto, lleva a que en varias ocasiones la línea de producción tenga que detenerse debido a averías inesperadas en la maquinaria, tiempos excesivos en operación, vida útil reducida de la maquinaria, etc., lo que repercute a la rentabilidad y productividad de la organización. Por otro lado, la idea errónea de varios directivos sobre la calidad ha llevado a una incorrecta gestión de la calidad, ya que se confunde este término a tan solo tener un producto terminado eficientemente, lo que conduce a que la mayor parte de los defectos en los procesos productivos no sean generados por el personal sino por sí mismos (Huaman et al., 2021).

En base a los conceptos anteriores, se esclarece que este panorama, se evidencia en los procesos productivos de la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela “IDS”, empresa de estudio ubicada en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua – Ecuador; puesto que, es visible grandes cantidades de desperdicios al final de la línea productiva, incumplimiento de fechas de entrega, productos defectuosos y anomalías en la producción de forma inesperada.

Acorde con los antecedes mencionados en la situación problémica respecto al sector manufacturero la investigación busca responder la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede optimizar la calidad y productividad en Ingeniería-Suela-Suela “IDS”? Aunado a lo anterior, la idea a defender del proyecto de titulación es la siguiente: Las herramientas de manufactura esbelta (ME) es una guía para empresas del sector manufacturero que enfrentan fluctuaciones de demanda y recesión económica, para el aumento de la productividad, flexibilidad y rentabilidad.

En este contexto, el objetivo de plantear la presente investigación es: Diseñar un modelo de manufactura esbelta para la optimización de calidad y productividad en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela (IDS).

Es por esto que, se han definido objetivos específicos para alcanzar el objetivo general se plantean tres objetivos específicos, mismos que son detallados a continuación:

1. Realizar un análisis crítico de los diferentes referentes teóricos relacionados con manufactura esbelta, optimización, calidad y productividad

2. Diagnosticar el estado de situación actual del proceso productivo en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela “IDS”

3. Determinar las herramientas que configuren el modelo de manufactura esbelta para la optimización de calidad y productividad en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela (IDS).

Por todo esto, se realiza una investigación que metodológicamente es de tipo descriptivo y enfoque mixto, apoyado con un método inductivo. Se aplicaron instrumentos de levantamiento de datos tales como entrevista y encuesta, para solucionar problemas y necesidades identificadas, y así, establecer información verídica, real y confiable que sirva como referente para las demás empresas del sector manufacturero para mejorar sus procesos de producción y rentabilidad. De igual forma, para la revisión bibliografía, se tomaron como referencia libros y artículos científicos que han sido generados en los últimos 5 años. Por otra parte las principales fuentes de información fueron las bases de datos utilizadas para el estudio y revisión literaria científica sobre ME y el sector manufacturero son: *Scielo, Redalyc, Science Direct, Google Books*, entre otros.

Para condensar lo dicho hasta aquí, el proyecto de investigación es esencial para la Ingeniería-Diseño-Suela a fin de elevar la productividad, eficiencia, eficacia y efectividad del proceso de fabricación de suelas para calzado, debido a que, se evidencian grandes cantidades de desperdicios y pérdida de tiempo en la línea de

producción, incumplimiento de fechas de entrega, daños en la maquinaria, averías inesperadas, productos defectuosos y por ende pérdidas monetarias significantes.

Como puede observarse, es necesario que el sector manufacturero incluya en sus procesos productivos técnicas y herramientas pertenecientes a la filosofía de la ME, a fin de reducir costos, optimizar los residuos y aumentar la competitividad para hacer frente a los constantes cambios e inestabilidad del mercado por las exigencias de la demanda de clientes estrictos. Es por esto que, actualmente es muy común escuchar esta filosofía y cada una de sus herramientas en grandes empresas que buscan la excelencia dentro del mercado global (Ibarra & Ballesteros, 2017a).

En concordancia con lo anterior, Hernández et al. (2021), mencionan que una organización que ha asumido el reto de cambiarse de una producción tradicional a una de fujo continuo con la implantación de las herramientas alineadas a la ME ha obtenido resultados evidentes como el incremento de la productividad del 100%, la disminución del inventario y de los tiempos en el proceso productivo en un 90%, disminución de inconformidades de los clientes en un 50%, ofertas a bajo coste, entre otros. Es por esta razón que surge la importancia de las empresas el incluir un sistema de ME en sus procesos productivos y justifica la importancia de esta investigación.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

El capítulo tiene como finalidad realizar un estudio bibliográfico que facilite el descubrimiento de la importancia de la ME en las empresas dedicadas a la fabricación y cómo influye esta filosofía en la mejora continua de la productividad y la calidad de cada uno de los procesos de la cadena de valor de estas empresas. En vista de esto, se busca identificar concretamente los orígenes, principios y conceptos básicos de la ME, así como las herramientas y técnicas que guíen a las empresas a elevar su competitividad dentro de un mercado que enfrenta fluctuaciones de demanda y recesión económica, y finalmente, obtener los parámetros necesarios para proponer un modelo innovador del pensamiento *Lean.*

1.1. Participación del sector manufacturero en Ecuador

El sector manufacturero ha sido uno de los pilares fundamentes en la transformación económica de las naciones debido a su impulso notorio en el crecimiento y desarrollo estratégico de los procesos productivos. Gracias a este sector varios países han logrado diversificar su producción, mejorar sus balances de competitividad y productividad a nivel nacional e internacional, incrementar su riqueza mediante el crecimiento del PIB, crear plazas de trabajo y propiciar el avance tecnológico e innovación. Sin embargo, en países tercermundistas como es el caso de Ecuador, se ha descuidado este sector, lo que ha desencadenado en la pérdida de valor agregado a sus productos, mano de obra poco calificada, falta de implementación de recursos tecnológicos, entre otros que no permiten acrecentar la competitividad a nivel internacional (Camino et al., 2018).

No obstante, pese a que el sector manufacturero ha sido descuidado, en los últimos años, se ha trabajado por el desarrollo productivo del país, es así que, el adelanto de la industria manufacturera juega un papel bastante interesante en el sector petrolero y agrícola, por lo que, se ha buscado la implementación de herramientas, prácticas, procedimientos, entre otros, elementos importantes para la mejora progresiva de la calidad de sus bienes y servicios. Si bien es cierto, el Ecuador es un país de producción

primaria, en donde la agricultura, explotación de recursos naturales como el banano, cacao, atún, petróleo, entre otros, ha buscado ganar espacio en otros ámbitos como la industria textil y del calzado.

Por otra parte, según Camino et al. (2018) y Sánchez et al. (2019), el sector manufacturero excepto las actividades dedicadas al refinamiento de recursos fósiles, aporta entre el 12% y 13 % de participación sobre el PIB con $13.962.6 millones de dólares respecto a las 18 industrias del Ecuador, por lo que, se han implementado varias políticas e incentivos para promover la mejora y trasformación de la matriz productiva ecuatoriana, a fin de mostrar ventajas competitivas y una producción cada vez más sostenible en varios sectores a nivel empresarial, cantonal, provincial, zonal e incluso nacional e internacional.

Dicho lo anterior, es importante tomar en cuenta que una de las industrias importantes del sector manufacturero es la del calzado, fabricación de cuero y artículos de cuero, ya que según el Banco Central del Ecuador (BCE) en el 2018 aportó el 0.9% al PI y según el Servicio de Rentas Internas (SRI), las organizaciones dedicadas a la producción de calzado, partes de cuero para calzado y demás, han mostrado ventas nacionales aproximadas de $138.4 millones de dólares para el año 2019, mismas que el 544% fue en la provincia de Tungurahua, en los cantones de Ambato, Cevallos y Pelileo.

A su vez, las actividades relacionadas con la fabricación de cuero contribuyeron con el 2.1% en la generación de fuentes de trabajo en 2013 y la fabricación de calzado con el 1.8% según datos mostrados por el INEC, y que para 2019, se contó con 4500 empresas destinadas al calzado, mismas que se encuentran en la provincia de Tungurahua. Es por esto, que es indispensable el mejoramiento de este sector a fin de visualizar nuevas oportunidades que permitan fortalecer la asistencia técnica y capacitación con personal calificado a fin de mejorar sus prácticas de manufactura y la calidad entregada de sus productos y servicios

Visto de esta forma, en los siguientes epígrafes, se abarca una de las filosofías que permite la mejorar continua de los procesos productivos de las instituciones dedicadas a la manufactura y ayuda a incrementar la competitividad de los sectores productivos en el mercado nacional e internacional.

1.2. Origen, principios y herramientas de la Manufactura Esbelta (ME)

Origen de la ME

La concepción de ME o *Lean manufacturing* se utilizó en primera instancia por los científicos James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos (1991) pertenecientes al Instituto de Tecnología de Massachussets. Estas investigaciones tenían como objetivo la determinación de factores que configuran el éxito a nivel organizacional y operacional en la industria del automóvil, por lo que los resultados de estas definieron por primera vez los fundamentos del pensamiento Lean en el libro titulado “La máquina que cambió el mundo”. Es de utilidad mencionar que, este libro da a conocer el Sistema de Producción de Toyota (TPS)[1] en donde, se toma a la filosofía Lean[2] como base fundamental del éxito duradero (Juárez et al., 2019a).

Sin embargo, según Garro (2020), las raíces del Lean están cimentadas a finales del siglo XX en el Sistema de Producción de la empresa automotriz japonesa Toyota Motor

---

[1] El Toyota Production System (TPS) creó una nueva cultura industrial que se conoce como "pensamiento Lean" en Occidente. Este enfoque revolucionario de producción, se popularizó en la década de 1990, cuando autores como Womack, Jones y Roos. Estos autores explicaron el nuevo paradigma de producción adoptado por las empresas automovilísticas japonesas, que se caracteriza por minimizar los desperdicios y maximizar la eficiencia en todos los aspectos del proceso de producción. El TPS, se basa en el concepto de mejora continua, lo que significa que se enfoca en la identificación y eliminación de desperdicios en la producción, mientras se optimizan los procesos y se mantiene un alto nivel de calidad. Este enfoque, se ha convertido en un modelo para muchas empresas de todo el mundo y ha demostrado ser altamente efectivo para aumentar la eficiencia y la rentabilidad (Vaca, 2020).

[2] La filosofía Lean, se deriva del concepto de Pensamiento Esbelto o Lean Thinking en inglés. Se trata de una metodología de trabajo colaborativa que surgió en Japón en la década de 1950 y se centraba en la mejora continua. En la década de 1990, esta metodología evolucionó en una nueva filosofía enfocada en la eliminación de desperdicios (Vaca, 2020).

Corporation que fue fundada por Kiichiro Toyoda en 1933, a fin de competir con la famosa producción en masa de varias empresas del régimen europeo y norteamericano. Es así que, grandes gurús del sistema como Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, Eiji Toyoda, Taiichi Ohno, entro otros, crearon las bases principales sobre las cuales se edificó el TPS, mismas que son conocidas como *Jidoka* (Automatización) y *Just in time* (JIT) y que fueron complementadas con ciertos aspectos de la línea de montaje de Ford.

En consecuencia, la ME es conocida como la evolución del TPS implementado por Toyota y que sólo es una cierta parte de lo que se ha hecho hasta el día de hoy y se concibe como una filosofía que busca la mejora de la manufactura gracias a la implementación de técnicas y herramientas que propician a las empresas a competir en mercados exigentes. Es así que, actualmente esta filosofía está siendo implementada por varias empresas alrededor del mundo a fin de reducir costos, mejorar la calidad y competitividad para posicionarse estratégicamente (Ibarra & Ballesteros, 2017a).

Conceptualización de Manufactura Esbelta (ME)

En concordancia con lo antes expuesto, las empresas están en constante cambio, razón por la cual, es necesaria la búsqueda e implementación de estrategias y herramientas que permitan obtener ventajas frente a la competencia, de igual forma, ofrecer productos cada vez más novedosos y de mejor calidad conforme a los requerimientos de los clientes, así como, reducir considerablemente todos los desperdicios que no aporten valor real sobre los bienes o servicios, incluyendo operaciones en el proceso productivo. Es por esta razón, que la ME es una de las propuestas que dan respuesta a los requerimientos de las empresas frente a la situación detallada.

En este escenario, para Hernández et al. (2018) y León et al. (2017), la ME es un sistema estructurado y continuo que implementa técnicas para identificar y suprimir todo tipo de desperdicio que no añade valor al proceso productivo o servicio y por las

cuales el cliente no pagaría una compensación económica. Es así que, esta filosofía no solo busca mejorar la productividad en cada una de las áreas de la empresa sino también entregar valor agregado conforme a los requerimientos del cliente. Por otra parte, *Lean* (Esbeltez) en comparación con la manufactura tradicional, se enfoca en realizar más con menos ya sea menos mano de obra, inversión, maquinaria, herramientas, tiempo, espacio, inventario entre otros; con el objetivo de producir más variedad, con menos defectos y menos inversión.

Cuadro 1. Diferencias entre manufactura esbelta y manufactura tradicional

Enfoque	**Manufactura esbelta**	**Manufactura tradicional**
Enfoque en la eliminación de desperdicios	Se centra en la determinación y eliminación de todos los tipos de desperdicios	Se enfoca en maximizar la producción sin considerar la eficiencia
Producción bajo demanda	Produce en función de la demanda, lo que reduce el inventario	Produce en grandes cantidades para mantener un alto nivel de inventario.
Trabajo en equipo	La ME fomenta un trabajo conjunto entre los integrantes de la empresa	Tiende a ser más jerárquica.
Flexibilidad	Es más flexible y puede adaptarse a cambios en la demanda o en los procesos de producción	Es menos flexible y más rígida.
Procesos optimizados	Busca optimizar los procesos de producción	Se enfoca en la producción en masa.
Mejora continua	Busca excelencia en todos los procesos de producción	Se enfoca en la estandarización de los procesos.
Calidad	Se enfoca en la mejora delos aspectos del producto como una adecuada	Se enfoca en la cantidad producida.

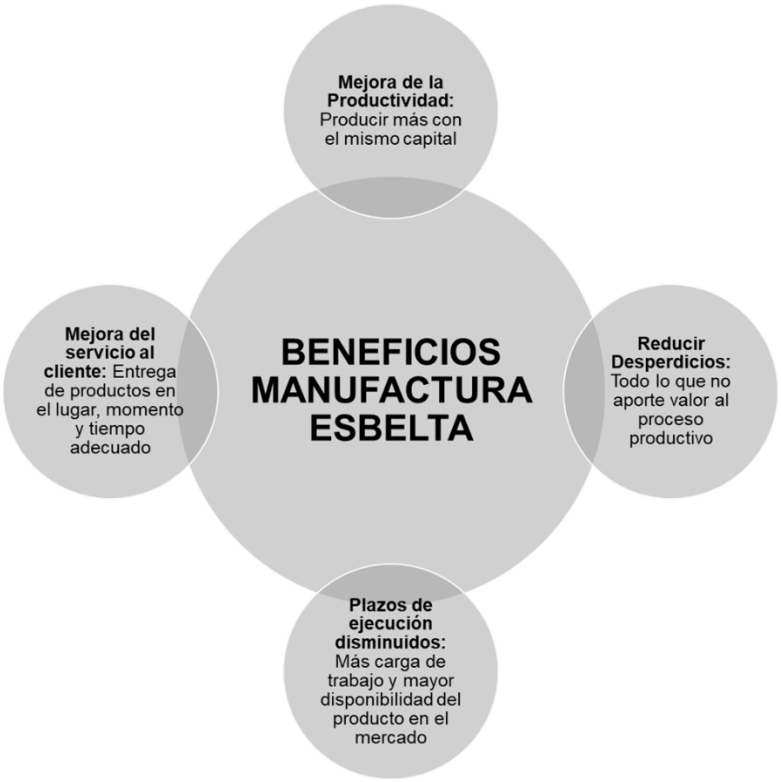
Enfoque	Manufactura esbelta	Manufactura tradicional
	funcionalidad, apariencia y durabilidad, además busca la eliminación de errores y defectos	
Mantenimiento preventivo	Incluye el mantenimiento preventivo para evitar paros no planificados en la producción	Realiza el mantenimiento de forma reactiva.
Tamaño de lote	Produce en lotes pequeños para reducir el inventario	Produce en lotes grandes para disminuir los costos.
Herramientas y técnicas	Utiliza herramientas y técnicas específicas, como Kanban, Just-In-Time (JIT), Poka-Yoke y Kaizen	No utiliza estas herramientas y técnicas de manera sistemática.

Fuente: elaboración propia a partir de Hernández et al. (2018) y León et al. (2017).

Lo dicho hasta aquí, confirma el motivo del porqué de varias empresas alrededor del mundo buscan la implementación de las herramientas y técnicas que configuran la ME, como factor de perfeccionamiento de la calidad, el servicio, eficiencia y la productividad, pues muestra parámetros claves para acrecentar mejoras palpables y medibles en términos de competitividad. Es así que, entre las ventajas más destacables de esta metodología radican en la reducción de costos, vertiginosa adaptación a cambios tecnológicos, adopción de estándares de calidad que permiten estandarizar procesos como la ISO 9001, entre otros (León et al., 2017).

El gráfico 1 resume los principales beneficios de esta filosofía.

Gráfico 1. Beneficios de la ME

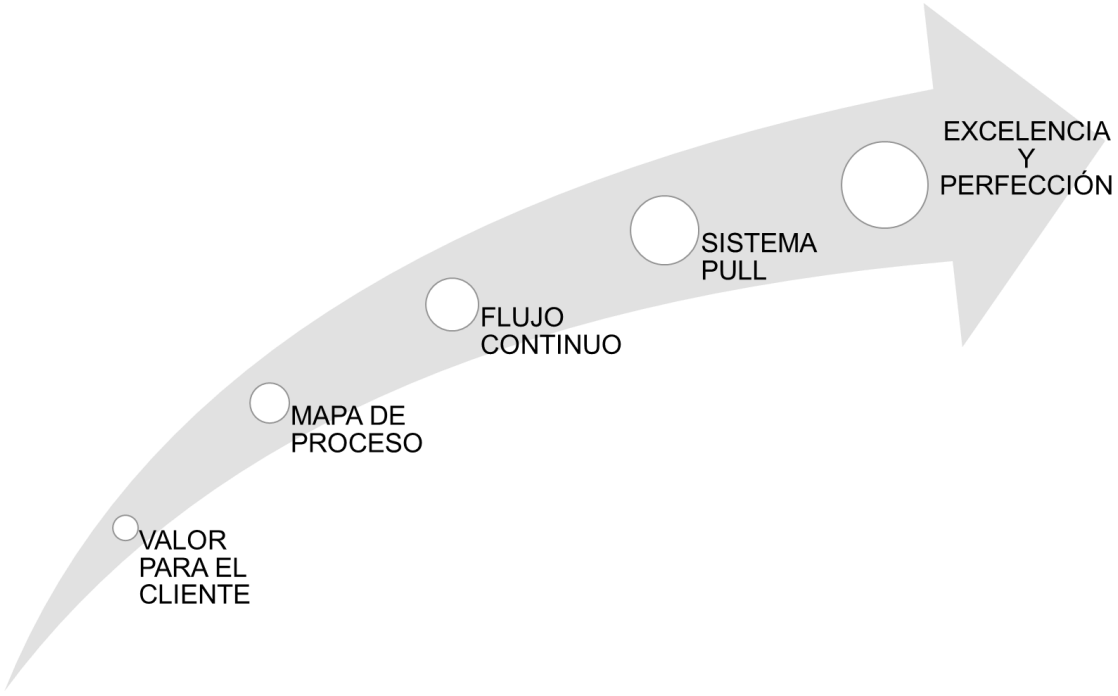


Fuente: elaboración propia a partir de Ibarra y Ballesteros (2017a).

Como se observa en el gráfico 1, si la incorporación de la filosofía de ME se realiza de forma correcta, la empresa puede obtener grandes beneficios que se reflejan en el refinamiento del proceso productivo, el valor agregado a los sus productos o servicios y el cumplimiento de metas y objetivos enlazados a un progreso continuo. Sin embargo, una empresa que pretende implementar el pensamiento Lean debe buscar que el producto fluya de forma ininterrumpida por el proceso (flujo de valor), un sistema *pull* (proceso anterior) que satisfaga la demanda efectiva de los clientes sin producir de forma innecesaria, en tiempos cortos y orientado a la mejora continua y en búsqueda de la perfección (Villaseñor & Galindo, 2007).

De esta forma el proceso de la ME según Womack y Jones (1996), se resumen en el siguiente gráfico:

Gráfico 2. Proceso de la ME



Fuente: elaboración propia a partir de (Villaseñor & Galindo, 2007).

Manufactura Esbelta en la provincia de Tungurahua - Ecuador

En el contexto ecuatoriano, la filosofía de ME se ha implementado de forma tardía en las empresas y no es tan frecuente su uso, por lo que, en varias ocasiones, se llega a desconocer sus beneficios y la forma correcta de su aplicación. Sin embargo, algunas organizaciones han buscado mantenerse a la vanguardia en términos de implementación de herramientas que permitan fortalecer relativamente sus indicadores de calidad y productividad. Es así que, la actividad socio-productiva y comercial del Ecuador en especial en la capital de la provincia de Tungurahua, Ambato, ha progresado paulatinamente, por lo que, se evidencia un incremento significativo de producción, ventas inversión, créditos, capacitación de calidad y perfeccionamiento de maquinaria e infraestructura (Ortega & Vaca, 2018).

De manera puntual, este panorama se ha visto beneficiado por la práctica de la filosofía Lean como búsqueda de la mejora continua, en específico se ha implementado la eliminación de desperdicios, cuyo fin es la optimización de los recursos, de igual forma el uso de mecanismos de gestión de operaciones a fin de mantener un posicionamiento económico nacional e internacional. De este modo, se puede concluir que si bien es cierto que la ME ha sobresalido a lo largo del mundo por las ventajas que conlleva su implementación, son escasas las empresas que han aplicado sus herramientas en el ámbito ecuatoriano, o la aplican de forma rudimentaria y empírica sin llegar a ser determinante, por lo que es necesaria la indagación a profundidad de como adaptarla conforme a los requerimientos de cada tipo de organización.

Principios de la Manufactura Esbelta

Luego de haber analizado lo que mencionan los autores respecto a la manufactura esbelta, se identifica que las organizaciones buscan la mejora continua desde distintos puntos de vista, algunas se encaminan en la reducción del tiempo total del proceso de producción, otras en la relación directa entre el dueño, colaboradores y clientes a fin de establecer las necesidades que requiere cada uno de estos para satisfacerlas, otras, se enfocan en el estudio minucioso de tiempos y movimientos de cada proceso a fin de estandarizarlos, por tanto, buscan conseguir cambios importantes para competir exitosamente en el mercado.

Es así que, los principios que gobierna esta metodología se pueden observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 3. Principios de la Manufactura Esbelta



Fuente: elaboración propia a partir de (Ibarra & Ballesteros, 2017a)

Todos estos principios se ven reflejados en la aplicación de la potenciación de la calidad del producto o servicio final y en el aumento significativo de la productividad.

Herramientas de la Manufactura Esbelta

Por otra parte, para complementar lo antes descrito, es de vital importancia analizar las herramientas que sustentan el pensamiento Lean, pues gracias a ellas las organizaciones pueden identificar las actividades o procesos que generan todo tipo de desperdicio o no aportan valor a los bienes o servicios que ofrecen, a fin de fortalecer el proceso productivo bajo una cultura de respeto por trabajador y que se afinen a los requerimientos de los clientes.

Cuadro 2. Herramientas de la Manufactura Esbelta

Tipo de Herra-mienta	**Herra-mienta**	**Descripción**	**Fuente**
Pilares	Six Sigma	Busca incrementar la capacidad de disminuir defectos en proporciones grandes de artículos. Es una estrategia para fortalecer la calidad de del proceso productivo incrementar la rentabilidad. Fases: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.	Navarro et al. (2017)
	Just in time	Conjunto de principios y técnicas que busca la fabricación de productos en cantidades rigurosamente necesarias, en el momento preciso (tiempos de entrega cortos) y acorde a los requerimientos del cliente. Fases: Educación, distribución y polivalencia, mejoras del proceso, mejora del control, ejecución.	Badillo y Cetre (2018)
	Jidoka	Herramienta *Lean* que busca que el personal y maquinaria de la empresa sean capaces de detectar fallos de forma prematura y oportuna a fin de establecer acciones necesarias que disminuya la probabilidad de reincidencia.	Sierra et al. (2019)
	Kaizen	Conjunto de prácticas que buscan la mejora continua a través de pequeñas actualizaciones implementadas por equipos de trabajo (gerentes y trabajadores) a fin de superar el rendimiento de cada actividad procedimental. Logra reducción de costos, mejor rendimiento de los procesos, tiempos de espera reducidos,	Alvadaro y Pimusacho (2017)

Tipo de Herra-mienta	Herra-mienta	Descripción	Fuente
		disminución de acciones laborales, mejora de la calidad, entre otros.	
Herramientas de seguimiento	Gestión Visual	Ayuda a transparentar el estado de las operaciones o procesos del sistema de una organización, así como herramientas, partes, entre otros, para hacer visible las debilidades y fallos que se presentan y obtener información en el tiempo preciso, a fin de garantizar la planificación y ejecución correcta de soluciones prematuras. Elementos: Sistema Andon, Hoja de estandarización de tareas, indicadores de logros, entre otros.	Coronado et al. (2017)
Herramientas Operativas	5S' s	Sistema de limpieza, organización y estandarización de las áreas de trabajo, a fin de comprometer al personal a potenciar y practicar un cambio en la cultura laboral. Principios: Seiri (Organización), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina).	Coronado et al. (2017)
	SMED Single-Minute	Técnica que consiste en modificar la configuración de la maquinaria en segundos o en menos de 10 minutos a fin de reducir el exceso de capacidad y la sobreproducción (grandes lotes). Etapas: Separar la configuración externa de la interna, convertir la configuración interna externa y	Coronado et al. (2017)

Tipo de Herra-mienta	Herra-mienta	Descripción	Fuente
		reestructurar la configuración de la permutación de modelo en el proceso.	
	TPM (Mantenimiento Productivo Total)	Filosofía que busca mantener la disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria, equipos (evitar averías y retrasos) y procesos que añadan valor a la mercancía y los servicios prestados, con la finalidad de fortalecer la integridad y calidad de los procesos productivos. Este sistema busca eliminar los tiempos muertos y paradas innecesarias en el tiempo de producción mediante la implementación de programas de mantenimiento.	Coronado et al. (2017)
	Kanban	Forma de comunicación simple y sencilla que consiste en gran parte el uso de tarjetas de papel colocadas en un recipiente, en las cuales, se define la información relevante sobre la cantidad a producir, para cuándo y de qué forma. Es la base del sistema *pull* en el pensamiento *Lean*, sirve como orden de producción y promueve una producción JIT.	Coronado et al. (2017)
	Células de manufactura	Grupo de máquinas o procesos que están destinados a la fabricación de partes que pertenecen a una misma familia, en donde sus requerimientos son similares dentro del proceso (operaciones, tolerancias, entre otros.). Esto permite mantener un flujo de producción continuo	Coronado et al. (2017)

Tipo de Herra-mienta	Herra-mienta	Descripción	Fuente
		de pieza a pieza y dar mantenimiento a la maquinaria de forma adecuada.	
	Poka-Yoke	Las palabras japonesas Poka significa evitar y Yoke error inadvertido, por lo que de forma concisa hace referencia a un proceso en el cual, se busca evitar cometer errores de forma prematura y ensamblar productos con fallas o partes dañadas; ya sea al momento de ensamblar una pieza, ubicarla en donde no le corresponde o en el momento que no es adecuado.	Sierra (2019) Coronado et al. (2017)
Herramientas de Diagnóstico	VSM (Mapa de flujo de valor)	Técnica gráfica que permite analizar los procesos de manera aislada para identificar las operaciones necesarias para la elaboración de un producto y clasificarlas de acuerdo con el criterio cliente en: actividades que agregan valor al proceso, actividades que no agregan valor al proceso, pero son necesarias por lo cual deben ser refinadas y las que realmente no aportan al proceso y deben ser eliminadas de inmediato.	Coronado et al. (2017)

Fuente: elaboración propia

En efecto, la aplicación de los principios, herramientas, prácticas y procedimientos de la ME trae consigo grandes ventajas en la parte administrativa, de gestión y operación, mismas que en una investigación aplicada a empresas manufactureras se ha identificado mejoras de hasta el 90% en la reducción de tiempos en ciclos de trabajo y aumentos del 80% de la calidad del producto o servicio final, de igual manera, esta filosofía permite apoderarse del mercado gracias a ventajas competitivas marcadas en tiempos de entrega más cortos, menos costos y mejor calidad (Curillo et al., 2018).

Como se puede observar, la ME tiene como prioridad el perfeccionamiento de la calidad y la productividad de los procesos productivos de una organización, por lo cual, es importante inquirir sobre estos términos en el desarrollo de la revisión del estado del arte y de la práctica. De este modo, en el siguiente epígrafe, se abarca de manera muy concisa esta terminología:

1.3. Calidad, productividad y optimización

La puesta en marcha de la filosofía de ME en un proceso productivo trae consigo el avance significativo tanto de la calidad de los productos o servicios que oferta la empresa en el mercado, como el aumento de la productividad de cada de una de las áreas que intervengan o no directamente en el proceso de producción. Es por esta razón que, en el presente epígrafe, se realiza una revisión íntegra de estas concepciones, a fin de tomar en cuenta ciertos parámetros necesarios en el modelado para la optimización de calidad y productividad mediante el pensamiento (Lilia et al., 2018).

Calidad

La conceptualización de la calidad es un punto de discusión en el ámbito empresarial a lo largo del tiempo, pues autores tales como Ishikawa (1988) , Deming (1988), Jurán (1993), Crosby (1996), entre otros, mostrados en la Cuadro 3, han evolucionado los caracteres que rigen la calidad y la concepción real de este término tanto en el ámbito empresarial como social. Si bien es cierto que, gran parte de las empresas buscan la calidad tanto en sus procesos productivos como en los productos o servicios que se entregan al consumidor, pocos conocen qué es y cómo administrarla a fin de mostrar ventajas en un mercado cada vez más competitivo. Como se evidencia, la calidad es significativa para el ámbito empresarial, por lo cual, en el epígrafe, se analiza su importancia, gestión, principios, entre otros, mediante la revisión de varios autores.

Para Navarro et al. (2018), la calidad tiene como fin progresar con el aspecto interno y externo de una empresa en torno al cliente final para cumplir con sus expectativas y

necesidades, mediante la combinación de recursos monetarios, humanos, tecnológicos, entre otros. Indiscutiblemente, la calidad precisa uno de los factores más importantes de una empresa para sobrevivir en el mercado, pues permite la diferenciación de procesos y productos que satisfacen la demanda de clientes en busca de nuevas alternativas en productos y servicios que generen una sensación de calidad; en consecuencia, ésta situación promueve la mejora de aspectos tecnológicos, económicos, entre otros, para elevar su variable de calidad que cambia a través del tiempo por la dinámica de la oferta, la demanda y la globalización.

Cuadro 3. Conceptualización de la calidad desde varios autores

Autor	**Concepto**	**Aportes importantes**
Ishikawa	La calidad es la medida de la satisfacción del consumidor al entregar un producto o servicio útil, económico y satisfactorio	- Diagrama causa -efecto - Diagrama de Pareto - Estratificación - Histograma
Deming	Calidad es entregar productos que satisfagan las necesidades actuales y futuras del cliente	- 14 principios de la calidad - Siete enfermedades mortales y obstáculos - Ciclo de mejora continua de la calidad PHVA - Búsqueda permanente de la calidad total TQM
Jurán	La calidad es la ausencia de deficiencias, cero defectos en el cumplimiento de requerimientos	- Trilogía de la Calidad: Planeación, control y mejora de la calidad
Crosby	Calidad brindada al cliente al satisfacer sus requerimientos sin errores	- Cuatro absolutos de la calidad total - Creador concepto cero defectos
ISO 9000:20015	Grado de cumplimiento de requisitos de un conjunto de características	- Conceptos, principios y vocabulario para los sistemas de gestión de calidad (SGC)

Fuente: elaboración propia

Visto de esta forma, se sintetiza que esta concepción es intrínseca del ser humano, pues desde sus orígenes busca destacar en el entorno en el cual se desenvuelve mediante el desarrollo de sus habilidades y el interés de elevar la forma en la que desarrolla sus actividades. Así, en términos empresariales, calidad hace referencia a las cualidades tangibles de un producto o servicio que cumple con las expectativas de entes reguladores y del nicho o segmento de mercado para el cual fue diseñado y/o desarrollado. Así también, se concreta con Hernández et al. (2018), que el objetivo primordial de la calidad es impulsar la competitividad de una empresa y enlazar los productos o servicios con el cliente para mantener una sintonía con el mercado dinámico que requiere la implementación de estrategias y técnicas precisas que garanticen el menor de los riesgos.

Gestión de Calidad

Lo dicho hasta supone que, la calidad no debe llegar únicamente a la inspección del producto final sino debe realizarse a lo largo de todos los procesos de una empresa ya sean estratégicos, productivos o de soporte, entre otros, sin embargo este enfoque técnico de calidad se lo confunde con gestión de la calidad; si bien es cierto que, la gestión de calidad se ha consolidado gracias al avance cultural y humano, aún no se define concretamente si es una estrategia, un sistema, una filosofía de dirección o un conjunto de técnicas.

Para sintetizar, se concuerda con Díaz y Salazar (2021), que la gestión de la calidad se ha ido constituyendo como una conjunción compleja de ideologías y métodos que nacen en la práctica empresarial con el fin de construir metodologías para afrontar problemas identificados en la dirección de empresas.

Se debe agregar que, que la gestión de la calidad depende de la habilidad de cada uno de los actores de la empresa para generar adecuadamente modelos y sistemas de gestión de calidad que integren:

- Innovación sin alejarse de la estandarización global.

- Cooperación sin pasar por desapercibidas las obligaciones individuales.
- Flexibilidad de sistemas sin omitir la documentación y formalidad de estos.
- Cumplimiento de necesidades los grupos de interés sin descuidar la satisfacción del cliente.
- Integración y optimización de metodologías y conceptos sin perder la coherencia interna.

Otro rasgo que hay que tomar en cuenta de la gestión de calidad es que integra la administración, con la gestión comercial, finanzas, operaciones, marketing, innovación, entre otros, siendo más multidisciplinaria y no aislada, así, permite cristalizarse en un área que requiere especialización y profesionalización directiva. Esto da origen a puestos de trabajo que demanda experticia en calidad en términos de diseño de procesos, control, análisis y demás que garanticen una experiencia inigualable tanto en los clientes internos como externos. No obstante, la transformación de la esencia de esta área y el amenazante conjunto de nuevos desafíos ha modificado las responsabilidades y roles que asumen los profesionales de este ámbito, incluso dando lugar a la disolución de plazas laborales dentro de la organización.

Algunos indicadores para medir la calidad en cada una de las áreas de la empresa son:

Tasa de defectos o errores: Mide la cantidad de productos o servicios que presentan defectos o errores en relación con el total producido o entregado. Fórmula: (Número de productos defectuosos / Total de productos producidos) x 100.

Índice de satisfacción del cliente: Analiza el nivel en el que los clientes se muestran a gusto con el producto recibido, esto se obtiene a partir de encuestas, opiniones o retroalimentación directa. Fórmula: (Número de clientes satisfechos / Total de clientes encuestados) x 100.

Tiempo promedio de respuesta: Calcula el tiempo en que la organización tarda en responder a las solicitudes o quejas de los clientes. Suma de tiempos de respuesta de todas las solicitudes / Número total de solicitudes.

Principios de la Gestión de la Calidad

En referencia a lo mencionado en párrafos anteriores, la gestión de la calidad busca direccionar las actividades de una empresa en lo que refiere a calidad en base a requerimientos ineludibles y de acuerdo con las necesidades del cliente, por esta razón, para poner en práctica esta noción es importante evaluar los principios que rigen la gestión de la calidad. Estos principios son esenciales para guiar a las empresas a alcanzar la calidad en el mercado actual, por tal razón, Amaya et al. (2020), sintetiza en 8 principios de gestión de calidad, de todos los citados por varios autores como Hernández et al. (2017), Lizarzaburu (2016), los cuales toman como referencia la Norma ISO 9001:2015. Tales principios, se resumen en el siguiente gráfico:

Gráfico 4. Principios de la Gestión de Calidad



Fuente: elaboración propia

Mejora Continua

En concordancia con lo antes mencionado, las empresas tratan de fomentar ventajas dentro de un mercado competitivo, que les permitan diferenciarse en varios aspectos entre los cuales destaca la calidad. Es por esta razón que, se busca la mejora continua sustentada en la calidad o calidad total, productividad, satisfacción del cliente, entre otros. De este modo, para Barreras (2022), la mejora continua es una filosofía que contribuye a alcanzar la calidad no solo en los procesos productivos de una empresa, sino también en la parte operativa, estratégica y administrativa para lograr niveles de competitividad en los productos o servicios.

Cabe agregar que, para lograr la mejora continua es importante la adopción de pequeños cambios de forma sistemática que actúen frente a los retos propuestos por el cliente y el mercado, mismos que determinan la atmósfera económica. De manera análoga, para Gómez y Cervantes (2019), la mejora continua busca describir la verdadera esencia de la calidad pues esta es la base fundamental para el desarrollo de una economía sana. En consecuencia, las empresas tienen la finalidad de potenciar sus procesos internos mediante el aprendizaje constante y la optimización de la eficiencia y la efectividad de estos, para responder a las exigencias de los clientes y ser más competitivos entre organizaciones.

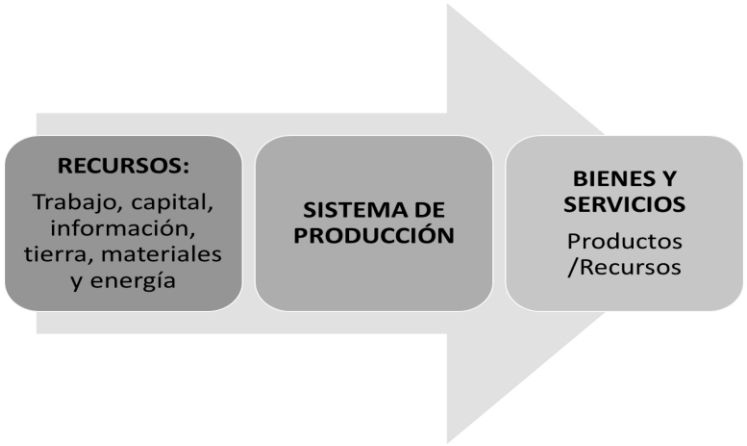
Por consiguiente, la clave para al alcanzar el éxito se orienta al descubrimiento de las necesidades de los clientes internos y externos de una empresa u organización, pues orienta a la empresa a la mejora continua no solo de sus productos sino también de la forma en que trabajan los obreros y la maquinaria, así como el "*know how*" de sus procesos para alcanzar una calidad alta, misma que reduzca los costos mediante la disminución de errores, retrasos y la pérdida de materia prima, y así, mostrar una posición competitiva frente a otras empresas.

Productividad

En base al contexto anterior, a más de la mejora de la calidad, la ejecución práctica de la ME en una organización trae consigo el mejoramiento del sistema productivo y a su vez el progreso de la productividad, término que figura como la base indiscutible en la capacidad que tiene una empresa para mostrarse competitiva y garantizar el éxito en mercados nacionales e internacionales (Gómez y Cervantes, 2019). Otro rasgo característico de la productividad es la relación que mantiene entre productos o servicios desarrollados por una organización frente a los recursos utilizados para hacerlo, por lo que, se puede condensar así que, la productividad es la forma en la cual se utilizan todos los insumos para alcanzar las metas planteadas por una organización (volumen de producción) y satisfacer las necesidades del mercado.

Visto de esta forma, es necesario en una organización contar con estándares de productividad para garantizar la competitividad debido a que es posible obtener mejores resultados con los mismos o menos recursos, lo que representa ahorro de tiempo y dinero. En el siguiente gráfico, se evidencia el esquema de la productividad, en el cual se puede identificar que la empresa u organización debe generar bienes o servicios en un sistema de producción conforme a los insumos o recursos consumidos.

Gráfico 5. Proceso Productivo

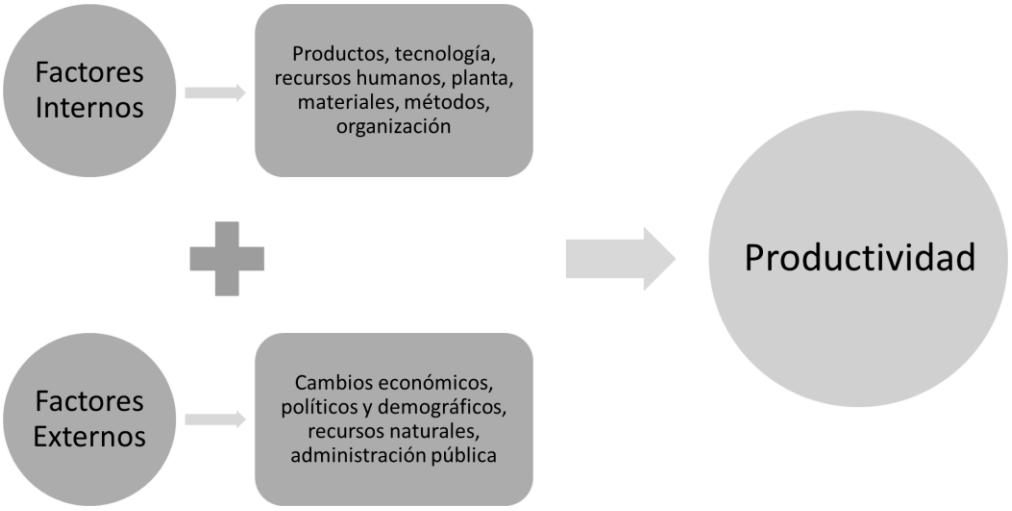


Fuente: elaboración propia a partir de Fontalvoa et al. (2017).

Factores que determinan la productividad

La productividad está ligada a la capacidad que tiene el sistema de producción de una organización para satisfacer las necesidades del mercado, es así que intervienen diversos factores al momento de determinar la productividad de las organizaciones, de los cuales varios de estos pueden ser controlados por la empresa u organización de forma interna y otros no pueden ser controlados directamente debido a que son de carácter externo, por lo que juegan un punto importante a tomar en cuenta. Estos factores están esquematizados en el siguiente gráfico:

Gráfico 6. Factores que determinan la productividad



Fuente: elaboración propia a partir de Fontalvoa et al. (2017).

Por consiguiente, la influencia de los factores internos sobre la productividad se encuentra dada por la infraestructura y equipos, pues depende en gran parte la disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria para mantener controlados los cuellos de botella y cumplir con las metas de producción, así también, la tecnología juega un papel fundamental pues permite la automatización de procesos elevando el nivel de producción y ofreciendo productos de mejor calidad en el menor tiempo. De igual forma, la calidad de los materiales utilizados en el proceso productivo y la gestión correcta de la materia prima ayuda a controlar el inventario y la calidad del producto

final, y finalmente la forma de trabajo y producción adoptada por la empresa determina la coordinación de cada proceso para trabajar con dinamismo y alcanzar los objetivos planteados, produciendo más, con menos esfuerzo, costo y tiempo.

Por otra parte, referente los factores externos, los cambios estructurales de la sociedad, la economía y la política influyen en la productividad de las organizaciones sea de forma positiva o negativa y es bidireccional debido a que el desarrollo económico y social también puede cambiar conforme a la productividad de las empresas. A su vez, la disponibilidad de recursos con la que cuenta la zona en la que está ubicada la organización es primordial para garantizar la productividad debido al acceso a mano de obra, materia prima, energía, transporte, entre otros. De manera análoga, los gobiernos influyen en una organización ya sea por los reglamentos establecidos, medidas gubernamentales, gasto social, inversión y desarrollo, disponibilidad de energía y recursos naturales y sobre todo las medidas fiscales y la regulación de tasas de interés que son determinantes al momento de una inversión (Fontalvoa et al., 2017).

Medición de la productividad

A fin de identificar cuan productivo es un proceso o una organización en general, hay que tomar en cuenta el desempeño alcanzado en términos de logro de objetivos. En primera instancia es importante tomar en cuenta los objetivos económicos, mismos que son vitales en una organización para mantenerse en el mercado. En este sentido, los indicadores financieros y productivos son los más utilizados al momento de determinar el comportamiento de una organización y poder tomar acciones oportunas.

No obstante, se cree que la productividad es un indicador en sí, pues si cada proceso genera un producto, este puede ser la entrada de otro proceso, desencadenando así la importancia de medir el desempeño de los factores de producción como la eficiencia y la eficacia. En donde la eficiencia se relaciona al uso mínimo o adecuado de los recursos para el logro de objetivos y la eficacia indica la capacidad de la organización para alcanzar los resultados planteados.

Lo dicho hasta aquí supone que para medir la productividad empresarial se deben tomar en cuenta los siguientes indicadores de productividad que permiten tomar decisiones acertadas al momento de progresar u optimizar sistemas productivos:

1. Productividad asociada a factores de producción:

    a) Productividad del trabajo (PT)

    b) Productividad del uso del material (PMA)

    c) Productividad del capital (PCA)

    d) Productividad en compra de servicios (PCS)

2. Productividad de factor total

3. Productividad total.

Tras haber analizado los epígrafes antes señalados se puede argumentar que la calidad y productividad son indicadores del beneficio de la puesta en marcha de una filosofía *Lean* que se encuentran profundamente entrelazados, pues generan competitividad a nivel empresarial gracias a la mejora del sistema productivo en términos de reducción de residuos, tiempos y costos , a más de la disminución de producto no conforme (unidades defectuosas) y el aumento de la satisfacción del cliente como factor primordial del éxito organizacional pues genera confianza y fidelización (Fontalvoa et al., 2017).

Es así que, se puede condensar que:

- Si se incrementa la calidad, se mejora la productividad y se disminuyen los costos
- Mientras más productividad presente la organización, los costos siempre se reducen, sin embargo, no siempre la calidad aumenta en su totalidad si no se contempla dentro de las acciones para potenciar la productividad.

- A menos productividad se obtienen menores costos, pero también menor calidad
- Si se busca elevar la calidad de un producto en un escenario de baja productividad, se puede incurrir en elevar costos de forma significativa.

Optimización

La optimización es un proceso matemático y analítico que busca encontrar la mejor solución o conjunto de decisiones que maximice o minimice una función objetivo, sujeto a ciertas restricciones o limitaciones. Se utiliza para ampliar el desempeño, la eficiencia o la efectividad de un sistema, proceso o recurso, con el fin de obtener el resultado óptimo dentro de un conjunto de posibles alternativas (Moreno y Santos, 2022).

Del mismo modo, la optimización implica definir un problema matemático en términos de variables de decisión, una función objetivo que se busca maximizar o minimizar y un conjunto de restricciones que deben cumplirse. El objetivo es encontrar los valores óptimos de las variables de decisión que maximicen o minimicen la función objetivo, respetando las restricciones establecidas (Villarreal et al., 2022).

Así, para resolver un problema de optimización, se utilizan técnicas y algoritmos específicos, como la programación lineal, la programación no lineal, la programación entera, la optimización combinatoria, entre otros. Estos métodos buscan explorar el espacio de soluciones posibles de manera eficiente y encontrar la solución óptima o una aproximación lo más cercana posible (Murillo Rodríguez, 2020).

Algunos indicadores para medir la optimización son;

Utilización de recursos: Mide el grado en que los recursos disponibles, como el tiempo, el dinero o los materiales, se utilizan de manera eficiente y efectiva. (Tiempo de utilización de recursos / Tiempo disponible) x 100

Mejora continua: Evalúa el número de iniciativas o proyectos implementados para mejorar los procesos, reducir costos o aumentar la calidad. (Número de iniciativas o proyectos implementados / Total de iniciativas o proyectos planificados) x 100

Tiempo de respuesta a cambios: Mide la rapidez con la que la organización puede adaptarse y responder a cambios en el mercado, las demandas del cliente o las condiciones externas. Hora de respuesta al cambio - Hora de notificación del cambio.

De este modo, es posible mencionar que la ME aporta a la optimización al identificar y eliminar las actividades innecesarias, los tiempos de espera, los excesos de inventario y otros tipos de desperdicio que afectan la eficiencia de los procesos. Al eliminar estos elementos no productivos, se logra un flujo de trabajo más suave y eficiente, lo que se traduce en una mayor productividad y menor tiempo de entrega.

Además, la ME promueve la mejora continua y la participación activa de los empleados en la identificación y resolución de problemas. Esto fomenta una cultura de optimización constante, donde se busca eliminar las actividades que no agregan valor y se implementan mejoras en los procesos para obtener resultados más eficientes.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

Este capítulo tiene como propósito describir el diseño metodológico aplicado al objeto de estudio, así como también, diagnosticar la situación actual de la industria del calzado como parte del sector manufacturero, esto permite identificar claramente las herramientas que configuran la ME y son de utilidad para optimizar la calidad y productividad en procesos y productos. Consecuentemente, se analiza a la empresa objeto de estudio lo que aportó el conocimiento base para diseñar de una propuesta innovadora dentro del pensamiento Lean que permite mostrar ventajas competitivas frente a un mercado dinámico y creciente.

La investigación se desarrolla en la Zona 3 del Ecuador, en la provincia de Tungurahua, específicamente en la ciudad de Ambato cuya economía, se sustenta en la manufactura gracias a la industria textil, del cuero y calzado y la metalmecánica. Además, es necesario precisar que, para el desarrollo del estudio se tomó en cuenta información recabada tanto en el año 2021 y parte del año 2022, a fin de tomar decisiones futuras.

2.1. Modalidad de Investigación

Enfoque de investigación

La presente investigación muestra un enfoque mixto, para complementar la investigación de carácter cuantitativa con la cualitativa, a fin de utilizar las fortalezas que de cada una de ellas y disminuir sus posibles debilidades. De acuerdo con Gómez (2022), el enfoque mixto en la investigación involucra procesos sistemáticos, empíricos y críticos, que incluyen la recopilación, organización, interpretación y análisis de datos cuantitativos y cualitativos. El objetivo es integrar y discutir los datos de manera vinculada para obtener una comprensión significativa del fenómeno de estudio. El diseño metodológico de la presente investigación muestra una modalidad mixta en la que se utiliza la lógica inductiva en la etapa cualitativa para analizar datos históricos,

revisión bibliográfica e investigaciones previas, mientras que, en la etapa cuantitativa, se utiliza la lógica deductiva para analizar los datos recolectados in situ.

Tipo de Investigación

Por otra parte, con el objetivo de identificar los factores ligados al problema de investigación, se desarrolla un tipo de investigación descriptiva. Aunado a lo anterior, Ochoa y Yuncor (2021), indican que la investigación descriptiva es un tipo de estudio que tiene como objetivo principal describir y comprender un fenómeno o situación particular, sin intervenir en el mismo. En este sentido, en la presente investigación, se recolectan datos que permiten una comprensión más profunda del fenómeno, y en su descripción detallada a través de un análisis estadístico o narrativo. Además, se basa en la observación directa, la encuesta y el análisis de documentos. Los resultados obtenidos a través de la investigación descriptiva permiten a los investigadores identificar patrones y tendencias, y hacer inferencias sobre la población o grupo en estudio.

Es preciso indicar también que, la investigación es de campo es decir in situ, compila información directamente del lugar de los hechos para obtener información del objeto de estudio. De este modo, se analiza la situación actual del campo de estudio para identificar la falencias y virtudes necesarias para la realización de la propuesta.

Del mismo modo, la investigación por su diseño posee una parte cuantitativa no experimental de tipo longitudinal, debido a que se toma en cuenta criterios, fundamentos, opiniones y estudios previos recabados en el año 2021 y 2022. Este diseño investigativo es fundamentado por Aparicio (2020), quién se refiere a la investigación longitudinal como un estudio que busca recolectar información de la misma población u objeto de estudio en diferentes momentos para establecer inferencias relacionadas a un problema de investigación, sus causas y posibles efectos y variaciones a lo largo del tiempo.

Población y muestra

Con el objetivo de identificar los problemas ligados al proceso productivo, la población de estudio se compone de 10 personas que laboran dentro de la empresa de estudio y que desarrollan sus labores específicamente en el departamento productivo. En este sentido, al tener una población de corta extensión, no es necesario calcular la muestra a través de la aplicación de un método estadístico por lo que, se trabaja con el total de los individuos.

Además, se considera una población para el análisis bibliográfico de 715 artículos relacionados con el tema de estudio a fin de determinar las mejores herramientas que configuren el modelo de ME para la optimización de calidad y productividad en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela (IDS).

Por tanto, para este estudio se utiliza dos poblaciones, la primera se compone de 10 colaboradores de la empresa. Para el segundo grupo que compone la población de estudio, se aplicó una búsqueda sistemática o cadena de búsqueda que permite determinar la muestra de estudio de un número determinado de investigaciones previas.

Cadena de búsqueda

Para identificar artículos que contengan información de interés, se emplea la siguiente cadena de búsqueda, con ciertas variaciones por cada buscador, pero en esencia estructurada de la siguiente manera. Los operadores boleanos utilizados son: “AND”, “OR”. Se combinan las palabras clave con los operadores para identificar los artículos más adecuados para el objetivo de trabajo.

Así, los operadores que permiten una búsqueda de fuentes más precisas para la presente investigación son: ((*Lean Manufacturing*) OR (TPM) OR (Kanban) OR (Kaizen) OR (Jidoka) OR (Just in time)) AND ((*productivity*) OR (*production costs*) OR (*quality*) OR (*production times*) OR (*performance*)).

Fuente de información

La búsqueda sistemática, se realiza la segunda mitad del año 2022, con el fin de identificar los posibles artículos que tuvieran enlazados los términos asociados a la investigación desarrollada, la búsqueda se desarrolla en las bases de datos científicas: Science Direct, Scielo y ProQuest, en las que se revisan artículos que tuvieran relación con los temas de búsqueda.

Criterios de inclusión y exclusión.

Se han incorporado los artículos que estar acorde a los siguientes requisitos:

- Artículos científicos investigativos o artículos tipo review.
- Artículos publicados no más tras del año 2018.
- Artículos que abarquen el tema de ME

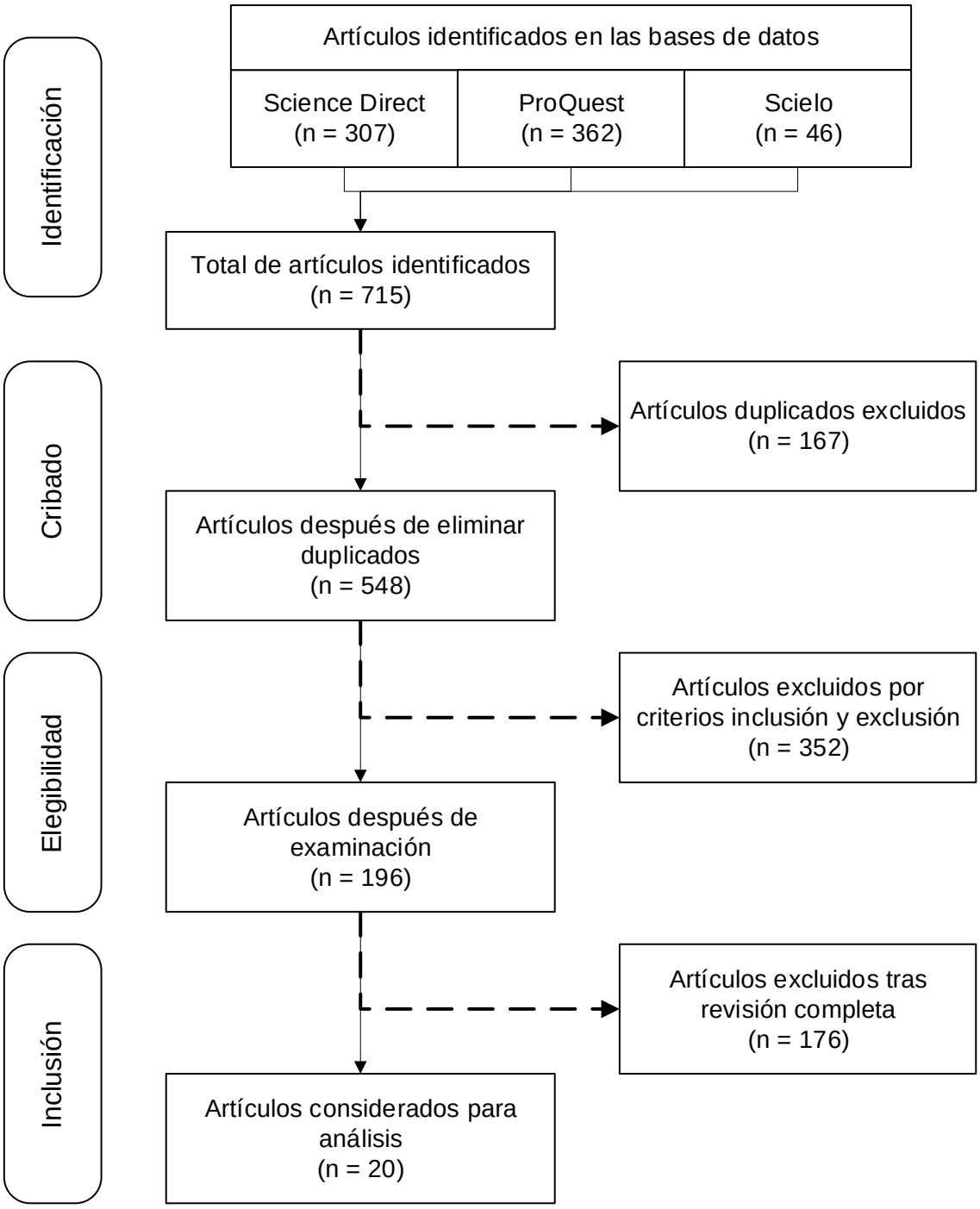
Se han eliminado artículos que:

- Documentos que no sean artículos científicos investigativos o artículos tipo *review*.
- Artículos publicados más tras del año 2018.
- Artículos que no abarquen el tema de ME

Metodología de búsqueda

Se detalla a continuación el proceso de selección de los artículos, mediante un diagrama de flujo:

Figura 1. Determinación de le la muestra de artículos



Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se obtiene una muestra de 20 artículos para someterlos a un análisis minucioso. De este modo, el plan de análisis de los datos para esta revisión sistemática se inicia formulando preguntas bien estructuradas: ¿Cuál es el método de ME más empleado en la revisión sistemática efectuada?, ¿Cuál es el método de ME empleado industrias de diseño de suelas dentro o fuera del país?, preguntas que nace de un problema observado en la práctica.

Tipo de recolección de la información

Para la obtención de información de acuerdo con la metodología de investigación planteada, se hace uso de técnicas de recolección de información tanto primarias como secundarias. De acuerdo con González (2019), las fuentes de información primarias son aquellas que recolectan datos directamente del lugar de origen. En este caso, se utiliza la encuesta, que se realiza mediante un cuestionario, para recopilar información de los agentes que tienen una relación directa con el objeto de estudio. De esta manera, se obtiene información de primera mano que permite obtener una comprensión más detallada y precisa del fenómeno estudiado. Además, se utiliza un análisis de documentos a través de la construcción de una cuadro de revisión sistemática.

En concordancia con lo expuesto por González (2019), la encuesta es una de las técnicas de recolección de información primaria más utilizadas pero que ha ido perdiendo credibilidad por el sesgo que presenta, en base a esto, en la presente investigación, se aplica el tipo de encuesta cerrada a partir de preguntas cuyas respuestas están estructuradas en escala de Likert. Además, este instrumento se apoya esta técnica con la observación directa pues ayuda a recopilar información directa y confiable gracias a un procedimiento sistematizado y controlado.

De esta forma, los instrumentos de recolección de información que se muestran en el siguiente cuadro respaldan los objetivos, tipo de estudio y diseño metodológico de la investigación:

Cuadro 4. Técnicas de recolección de información

Técnica de Recolección de Información	**Finalidad**
Encuesta	Recabar información significativa de los colaboradores para identificar posibles falencias y virtudes necesarias para el diseño de la propuesta.
Análisis de Documentos	Consulta de registros, libros, artículos científicos que fundamentan el diseño de la propuesta.

Fuente: elaboración propia

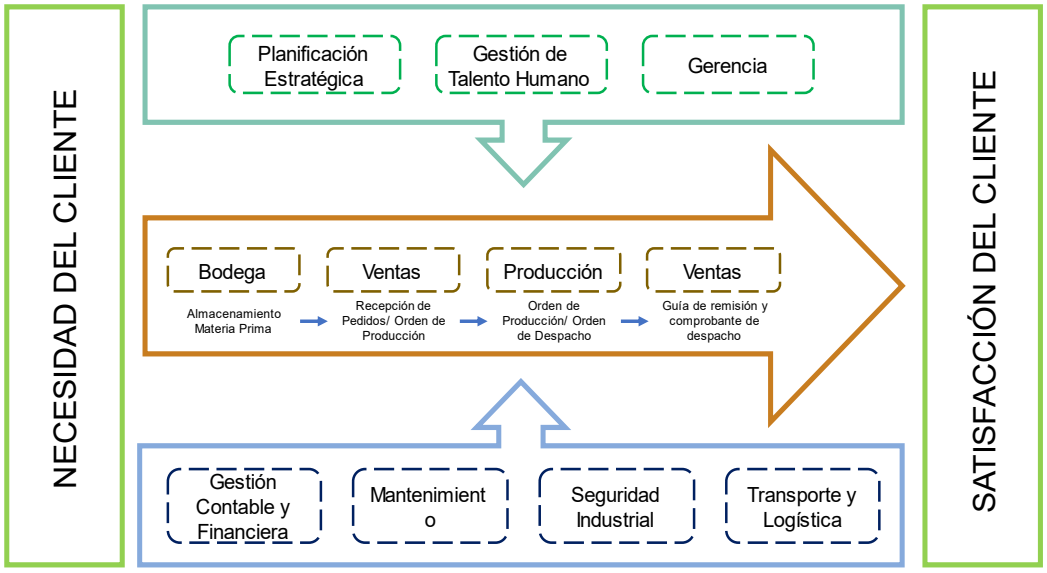
En el caso particular, se hace uso del método inductivo que se basa en la lógica y tiene como objetivo analizar hechos particulares para llegar a una conclusión general. Este método se combina con la parte deductiva, ésta que se deriva de principios generales (postulados, teoremas, leyes), y se aplica a hechos particulares (Guamán et al., 2021).

Sistematización del Diagnóstico

Con la finalidad de sistematizar el diagnóstico o contexto de la empresa objeto de estudio, se emplean herramientas de análisis estratégico, mismas que facilitan identificar posibles cambios, falencias y oportunidades de crecimiento, así como una reestructuración de la empresa, a fin de dar un salto significativo en cuestiones de calidad, productividad, reducción de tiempos, entre otros, encaminados a la satisfacción del cliente.

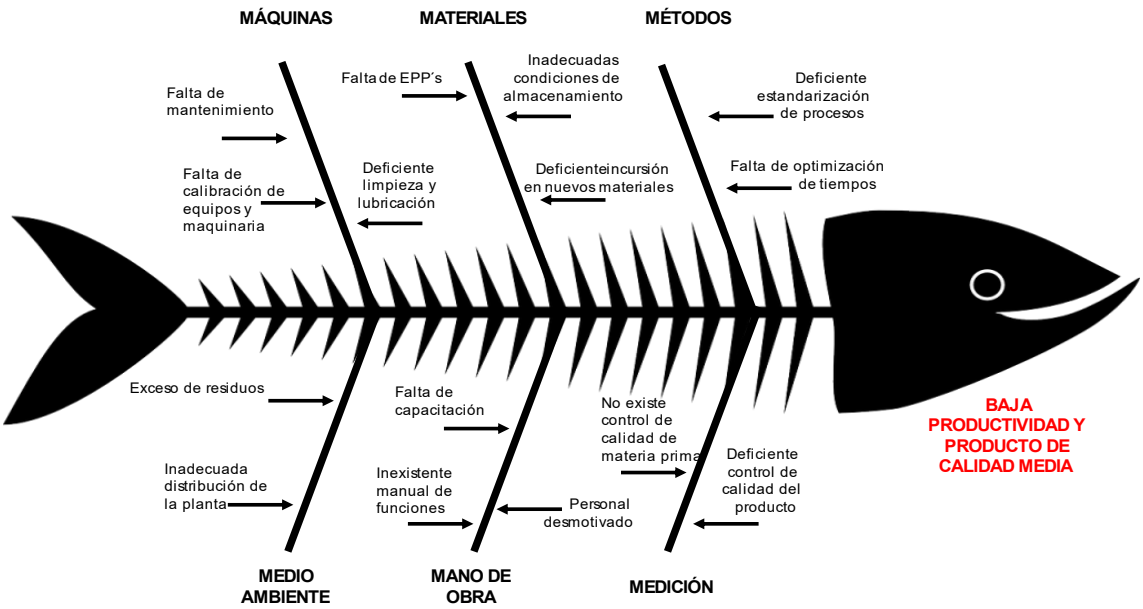
Por consiguiente, en los siguientes gráficos, se observa el mapa de procesos de la empresa de fabricación de calzado I-D-S y un diagrama Ishikawa, mismo que, permite analizar las falencias de la empresa en 6 ámbitos específicos y de esta forma planificar acciones que permitan la mejora continua de la misma.

Gráfico 7. Mapa de Procesos Empresa I-D-S



Fuente: elaboración propia a partir de Alarcón et al. (2019).

Gráfico 8. Diagrama de Ishikawa Empresa I-D-S



Fuente: elaboración propia a partir de Hisprastin et al. (2021)

Procesamiento y análisis de la información

En base a lo expuesto, resulta menester definir la sistematización del proceso para el procesamiento y análisis de datos, misma que se detalle en los siguientes pasos:

1. Analizar los factores externos relacionados con la industria del calzado.
2. Determinación de la población de estudio. - Se define y delimita la población de estudio que permita recabar la información necesaria para la investigación. Para el estudio, se toma en cuenta 10 colaboradores y 20 artículos científicos.
3. Definición de las fuentes de información. - Se establece el uso de información tanto primaria como secundaria.
4. Herramientas de recolección de información. - Las herramientas de recolección de información para este caso en específico son encuestas y matriz de revisión bibliográfica.
5. Seleccionar un programa de análisis. - Se evalúa y contrastan varios programas de análisis estadístico a fin de elegir el más idóneo, en este caso en particular, se utiliza el software Estadístico IBM SPSS Statistics 24 para desarrollar el análisis descriptivo de la aplicación de la encuesta.
6. Diseño de los instrumentos. - Elaborar el cuestionario a aplicarse, tanto con preguntas abiertas como cerradas sobre la muestra de estudio. Por otra parte, se diseña una matriz de revisión para analizar la información contenida.
7. Validación de instrumentos. - Se evalúa la confiabilidad y validez del instrumento de recolección de información mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach y con el uso del software Estadístico IBM SPSS Statistics 24.
8. Aplicación de herramientas. - Aplicar las encuestas a la población previamente establecida y recolectar la información contenida en los artículos seleccionados.
9. Organización de información recolectada. - Ordenar toda la información tanto de la encuesta como de los artículos para su posterior tabulación.
10. Tabulación de información recolectada. - Mediante el software Estadístico IBM SPSS Statistics 24, se tabula toda la información obtenida para su respectivo análisis.

11. Ejecutar el Análisis. - Se establece el análisis de datos.
12. Representación gráfica. - Se grafica los resultados obtenidos del estudio según las necesidades encontradas.
13. Análisis e interpretación de resultados. - Se realiza el análisis e interpretación de resultados producto de la investigación para la toma de decisiones.
14. En base a los resultados obtenida de la encuesta, se desarrolla una caracterización de la situación actual de la empresa y del sector del calzado a nivel general.
15. Desarrollo de la propuesta. - Formular la propuesta tomando en cuenta los resultados obtenidos del estudio de la información recolectada.
16. Verificación de la idea a defender. - Se verifica la idea a defender con los resultados obtenidos del estudio, con juicios de valor profesional y análisis de estudios anteriores y revisión bibliográfica.
17. Conclusiones y recomendaciones. - Finalmente se determinan las conclusiones y recomendaciones producto de la investigación.

Otro punto a tomar en cuesta es la operacionalización de las variables, dentro de esta, se hace referencia a las variables ME (independiente) y productividad (dependiente), en la cual se muestran varios indicadores, sus respectivas fórmulas de cálculo e instrumentos de recolección de información. Esta información, se expone en el cuadro mostrado a continuación:

Operacionalización de las variables

A continuación, se realiza la matriz de operacionalización de las variables de estudio considerando las siguientes variables:

- Variables independientes: Manufactura esbelta
- Variable dependiente: productividad.

Variable Independiente: manufactura esbelta

Cuadro 5. Operacionalización variable independiente

Concepto	Dimen-sión	Indicador	Fórmula	Instrumento
Metodología que se especializada en la eliminación de las distintas perdidas de los procesos productivos, con el objetivo de aumentar la producción y la capacidad de la empresa con observaciones	TPM	Reducción de tiempos	OEE (Overall Equipment Efficiency) Donde: Disponibilidad = (Tiempo de operación - Tiempo de inactividad planificado) / Tiempo de operación Rendimiento = (Producción real / Producción teórica máxima) * 100 Calidad = (Productos buenos / Producción total) * 100	Revisión Literaria. Técnica de análisis documental. Instrumento de recolección de datos.
		Mantenimiento	MTBF = Tiempo total de operación / Número de fallas	
		Prevención	MTTR = Tiempo total de reparación / Número de fallas	
	5´S	Seleccionar	Ratio de Utilización de Espacio = (Espacio utilizado / Espacio total disponible) * 100	
		Ordenar	Índice de Orden = (Número de elementos en su lugar / Número total de elementos) * 100	
		Limpiar	Índice de Limpieza = (Número de áreas limpias / Número total de áreas) * 100	
		Estandarizar	Evaluar la presencia y cumplimiento de estándares mediante la realización de auditorías y verificaciones regulares.	
		Disciplina	Evaluarla mediante la observación y el seguimiento del cumplimiento de los estándares establecidos.	
	SMED	Reducir tiempo	Porcentaje de reducción = ((Tiempo original - Tiempo después de la mejora) / Tiempo original) * 100	
		Reducir el tamaño de los lotes y el stock	Tamaño de lote promedio = Cantidad total de productos fabricados / Número de lotes Stock promedio = (Stock inicial + Stock final) / 2	

Concepto	Dimen-sión	Indicador	Fórmula	Instrumento
			Porcentaje de reducción = ((Valor original - Valor después de la mejora) / Valor original) * 100	
	Kanban	Programar y controlar la producción a través de tarjetas sincronizando el flujo de materiales desde el abastecimiento hasta el producto final.	Tiempo de ciclo = Tiempo de finalización - Tiempo de inicio Tasa de reabastecimiento = Cantidad de reabastecimientos / Unidad de tiempo	
	Kaizen	Mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante actualizaciones pequeñas y graduales.	Porcentaje de instalación de mejoras = (Número de mejoras implementadas / Número total de propuestas) * 100 Tiempo promedio de instalación de mejoras = Tiempo total transcurrido / Número de mejoras implementadas	
	Heijunka	Producir pequeños lotes de varios modelos, sin defectos en períodos cortos de manera que permiten establecer cambios rápidos ante cualquier variación en la demanda	Nivel de defectos = (Número de productos defectuosos / Número total de productos) * 100	
	Jidoka	Realizar las actividades bien desde el inicio porque se entiende la importancia de la calidad de los productos en la percepción del cliente.	Nivel de defectos = (Número de productos defectuosos / Número total de productos) * 100 Rendimiento de calidad = (Número de productos conformes / Número total de productos) * 100 Tiempo promedio para detener la producción = Tiempo total transcurrido / Número de detenciones de producción	
	Just in time	Eliminar los siete grandes desperdicios que ocasionan menores niveles de calidad y productividad como así también costos más elevados.	Inventario promedio = (Inventario inicial + Inventario final) / 2 Tasa de entrega a tiempo = (Número de entregas a tiempo / Número total de entregas) * 100	

Fuente: elaboración propia

Variable Dependiente: productividad

Cuadro 6. Operacionalización variable dependiente

Concepto	Dimensión	Indicador	Fórmula	Instrumento
La productividad es una medida de la eficiencia con que se transforman los recursos o factores productivos en bienes y servicios.	Productividad	Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados	Productividad = Producción Total / Recursos Utilizados	Revisión Literaria. Técnica de análisis documental. Instrumento de recolección de datos.
	Costos de producción.	Proceso por medio del cual se crean los bienes y los servicios económicos	Costos de Producción = MP + MO + CIF	
	Calidad	Capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro	Índice de Defectos = (Número de Productos Defectuosos / Número Total de Productos) * 100	
	Tiempos de entrega	Periodo que hay entre el registro del pedido y el momento en que el producto está terminado	Tiempo de Entrega = Fecha de Entrega Acordada - Fecha de Inicio del Proceso de Producción	
	Rendimiento	Proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.	Rendimiento = (Unidades Producidas / Capacidad Máxima de Producción) * 100	

Fuente: elaboración propia

2.2. Caracterización de la industria de calzado

Antecedentes de la industria del calzado

Durante el período de 2010 a 2014, se produjo un aumento del 15% en la producción global de calzado, y aunque la producción se sostuvo en 23 mil millones de pares en los años 2015 y 2016, en 2017 la producción mundial alcanzó los 23.5 mil millones de pares. En Europa, se esperaba que el sector industrial tenga la máxima prioridad para el año 2020, con la meta de aumentar su participación del 15.1% al 20%. En Asia Oriental, Japón es el país con mayor enfoque en el sector industrial y representa el 25% de la mano de obra en ese sector. En Latinoamérica, Ecuador (10.1%), Paraguay (6.5%), y Argentina (6.3%) son los países con mayor crecimiento en el sector industrial, mientras que Uruguay experimentó una disminución del 1% en la producción industrial en 2013 (Moreno, Barreto, & Zurita, 2022).

Desde 2009, la industria del calzado ecuatoriano es partícipe de un importante crecimiento y las pequeñas industrias artesanales de calzado, se consideran un motor de crecimiento económico debido a su papel en la generación de empleo. Actualmente, el sector del calzado en Ecuador está compuesto por 5800 empresas de origen familiar, varias de ellas artesanales, que han pasado de una generación a otra (López & López, 2019).

Según la Corporación Financiera Nacional, la industria manufacturera dedicada a la producción de textiles, fabricación de cuero y artículo de cuero suma alrededor del 0.77% de participación referente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Además, es importante recalcar que el 75% de las empresas dedicadas a producir cuero y artículo de este material se encuentran en la Provincia de Tungurahua. Por otra parte, según la Cámara de Calzado (Caltu) en la provincia de Tungurahua se producen alrededor del 50% de suelas a nivel nacional (Amaya et al., 2020).

El sector manufacturero es clave en la contribución al crecimiento de la economía ecuatoriana, con una contribución del 12.8% al PIB real y del 14.78% a la generación de empleo nacional en 2011, empleando hasta 100,000 trabajadores.

En 2018, las empresas pertenecientes a la industria del calzado ecuatoriana elaboraron un promedio de 31 millones de pares de zapatos debido a que existen un aproximado de 5800 empresas dedicadas a la actividad y están ubicados mayoritariamente en Tungurahua (Burgos et al., 2022).

El desarrollo de la industria manufacturera es crucial para la productividad nacional, que antes se concentraba con anterioridad en los sectores agrícola y de explotación de petróleo, pero ahora, se prioriza la elaboración de bienes con gran valor agregado. El Índice de Producción Industrial de la manufactura (IPI-M) mide el comportamiento de la producción generada en el corto plazo a nivel nacional a partir del valor de ventas y la variación de existencias en cada establecimiento manufacturero en Ecuador (Bravo et al., 2021).

Situación actual de la industria del calzado

Actualmente, la industria de calzado en Ecuador se encuentra en una etapa de transformación. Los fabricantes de calzado ecuatorianos están buscando potenciar la calidad de sus productos y aumentar su competitividad en los mercados nacionales e internacionales. Para lograr esto, están invirtiendo en la modernización de sus procesos productivos, en la capacitación de su fuerza laboral y en la adopción de nuevas tecnologías. Sin embargo, la industria de calzado en Ecuador enfrenta varios desafíos. Uno de ellos es la competencia de los fabricantes de calzado de países como China y Vietnam, que ofrecen precios más bajos. Además, la falta de acceso a financiamiento y la carga tributaria también son problemas para los fabricantes de calzado ecuatorianos (Burgos et al., 2022).

Oportunidades de crecimiento y acciones de mejora en la industria del calzado

Ecuador tiene algunas ventajas competitivas, el país cuenta con una mano de obra calificada y con experiencia en la fabricación de calzado. Además, la industria tiene acceso a materias primas de alta calidad, como cuero y suela de caucho, que son producidos localmente. Por otra parte, la industria de calzado en Ecuador y, en particular, en la ciudad de Ambato, presenta diversas oportunidades de crecimiento que pueden ser aprovechadas por los fabricantes de calzado. En primer lugar, existe una oportunidad de mejorar la calidad de los productos y, por lo tanto, ser más competitivos en los mercados internacionales. Para lograr esto, es necesario invertir en la modernización de los procesos productivos, en la capacitación de la fuerza laboral y en la adopción de nuevas tecnologías (Gómez, 2021).

Del mismo modo, es importante considerar la posibilidad de expandir las exportaciones a otros países. Ecuador tiene acuerdos comerciales con varios países y bloques regionales, lo que facilita el acceso a los mercados internacionales. Además, existe una oportunidad para enfocarse en el diseño y la moda, para ofrecer productos innovadores y atractivos para los consumidores.

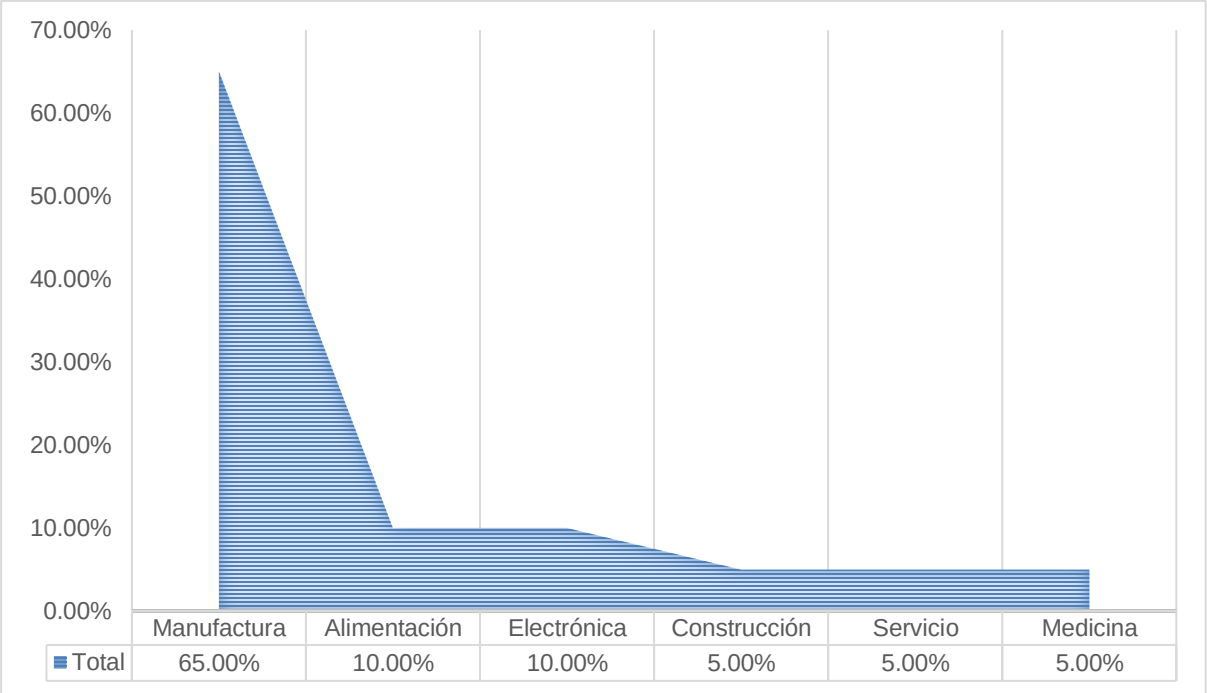
En la actualidad es valorado el uso de materias primas sostenibles y amigables con el medio ambiente en la producción de calzado, esto puede ser una ventaja competitiva en los mercados internacionales cada vez más conscientes del medio ambiente. Por último, es importante seguir incrementando la eficiencia y la productividad, lo que puede llevar a reducciones de costos y, por lo tanto, a precios más competitivos (Rodríguez et al., 2022).

2.3. Resultados de la búsqueda sistemática

Una vez recopilada la información de las fuentes de investigación expuestas en el Anexo 2, se presentan los cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de la revisión exhaustiva de la bibliografía recabada con el análisis sistemático. Aquí, se revisa el

campo de aplicación de los diferentes sectores en los que se emplea la ME, así, se revisa en el siguiente cuadro el campo más relevante.

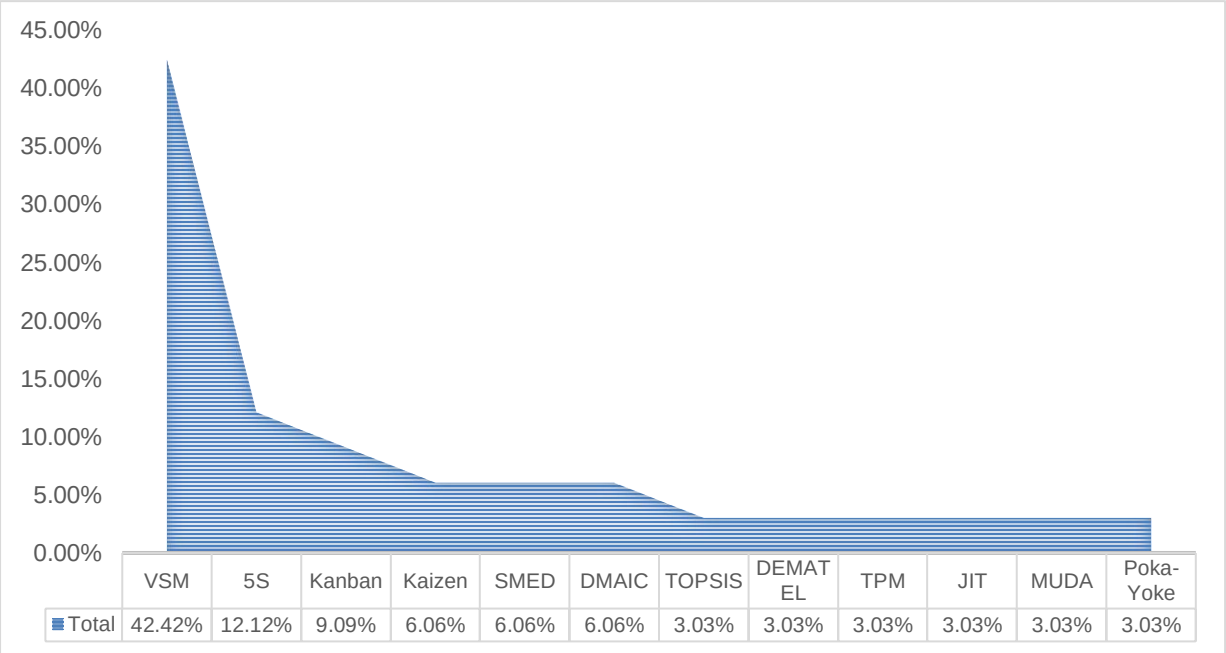
Gráfico 9. Campo de aplicación de las investigaciones



Fuente: elaboración propia

Analizando la información revisada (ver gráfico 9), se evidencia que la ME en sus distintas técnicas, se presenta en mayor medida en el sector manufacturero, propiamente dicho, con un 65% del total de las bases bibliográficas revisadas. Sin embargo, no se descarta lo multidisciplinaria que puede llegar a ser la ME, llegando a abarcar, aunque en menor medida, campos como el alimenticio, la electricidad, la construcción, el servicio y finalmente en el campo de la medicina.

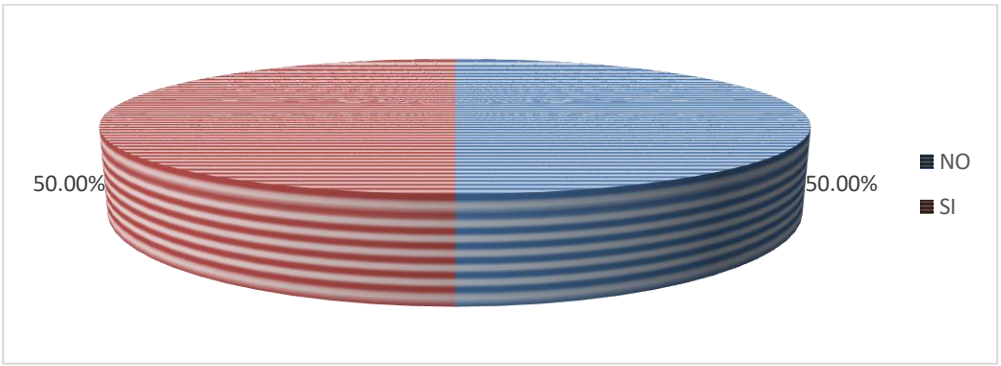
Gráfico 10. Herramienta de ME



Fuente: elaboración propia

Se puede evidenciar en la gráfica 10, las herramientas dentro de la ME, éstas, figuran dentro de los documentos investigativos revisados. La más empleada es el VSM (Mapa de flujo de valor), presente en el 42,42% de los documentos revisados, a esta le sigue 5S con un 12,12%.

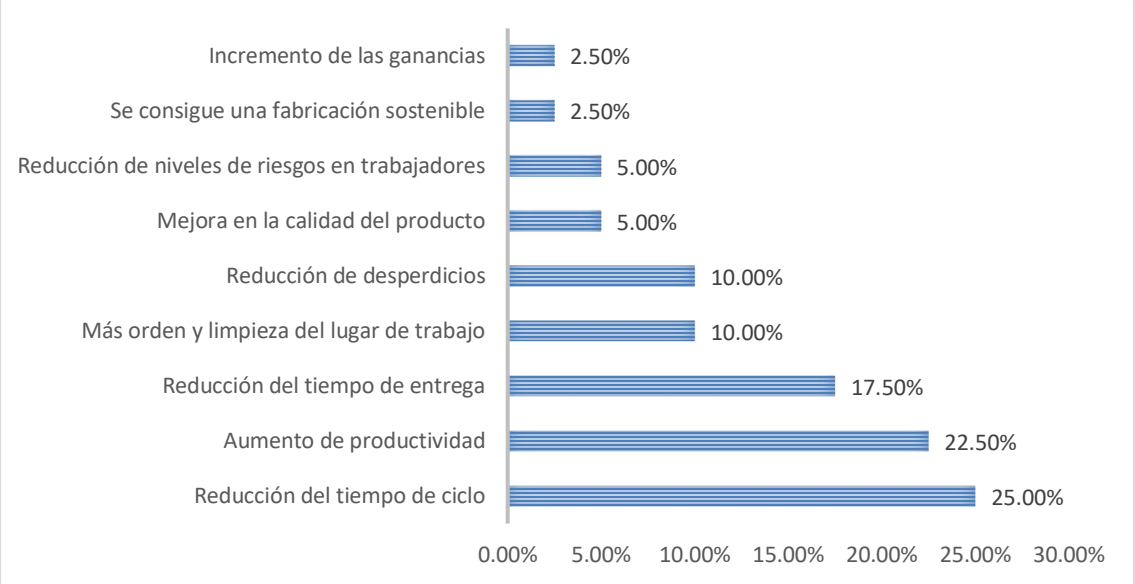
Gráfico 11. Combinación de más de una herramienta de ME



Fuente: elaboración propia

Dentro de los documentos revisados, el 50,00% de esta muestra una combinación de herramientas de ME. La gran mayoría de estas envuelve más de 2 herramientas distintas para el fin requerido en la investigación.

Gráfico 12. Resultados obtenidos con la aplicación de ME



Fuente: elaboración propia

Finalmente, se tienen la gráfica en la que se evalúa los resultados obtenidos dentro del proceso específico en cada uno de los artículos, de manera global, destaca el control de tiempos, los cuales, se han visto reducidos para cada ciclo de producción, este envuelve el 25% de las investigaciones. A esta le sigue el aumento de la productividad con un 22,50%.

Validación de la encuesta

La validación de la encuesta se desarrolló aplicando el análisis de Alfa de Cronbach a través del sistema estadístico SPSS, los resultados son:

Cuadro 7. Resumen de procesamiento de datos

Casos	Número de encuestados	Porcentaje %
Casos válidos	10	100
Ítems excluidos	0	0
Total	10	100

Fuente: elaboración propia

Cuadro 8. Resultado del análisis de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos analizados
,935	40

Fuente: elaboración propia

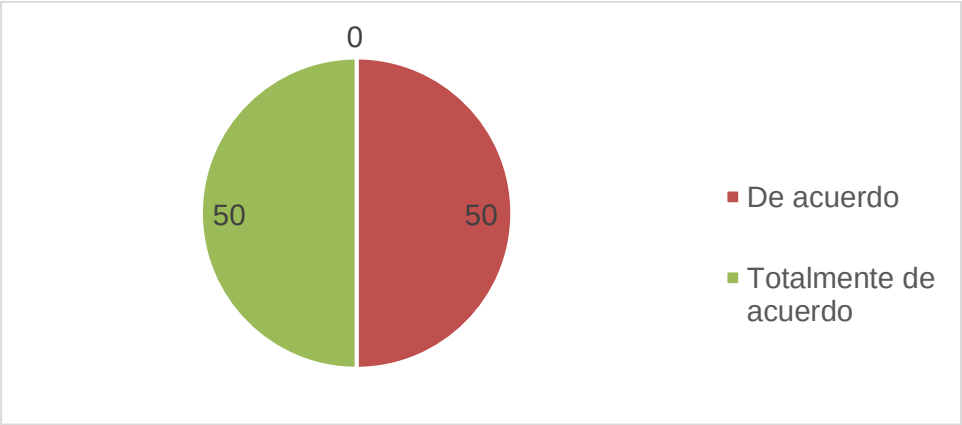
De acuerdo con el resultado del análisis, se evidenció que el instrumento es fiable al arrojar un resultado superior a 0,7.

Análisis de la encuesta

El análisis del instrumento sobre la variable de ME se desarrolló a partir de un promedio de las respuestas por cada uno de los modelos estudiados de modo que se presente un análisis global de cada uno de ellos. Por otra parte, la variable de productividad se analizó en 7 ítems.

Manufactura esbelta

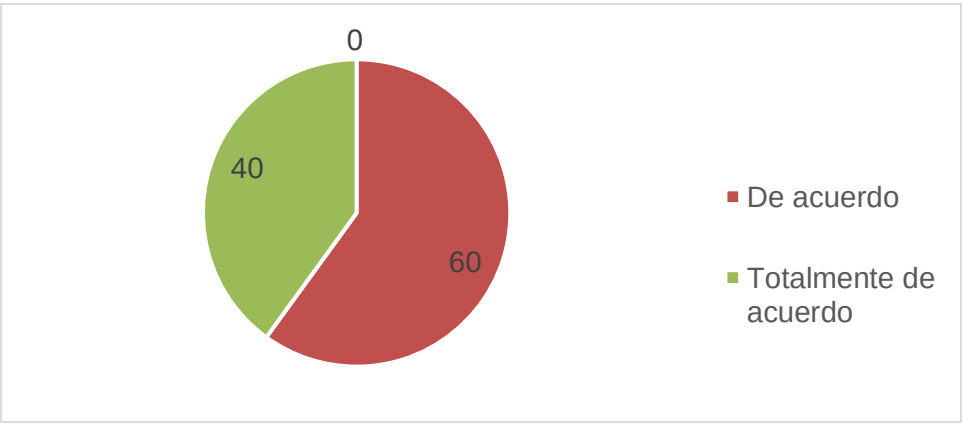
Gráfico 13. TPM (Mantenimiento Productivo Total)



Fuente: elaboración propia

El análisis de los resultados del gráfico 13, indica que el 50% de los encuestados está de acuerdo y el 50% totalmente de acuerdo en la empresa mide y busca reducir el tiempo de inactividad planificado y de reparación de los equipos. Se evidencia además programa que se realiza mantenimiento preventivo y se ejecutan revisiones regulares, no obstante, la participación activa de los empleados obtuvo la menor puntuación lo que indica que se debe trabajar en este aspecto.

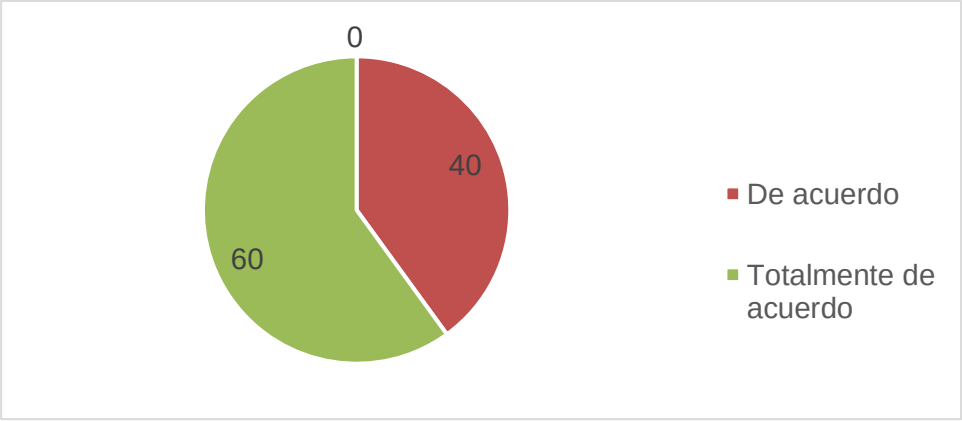
Gráfico 14. 5S (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina)



Fuente: elaboración propia

En relación a las prácticas de las 5S en la empresa, el gráfico 14 muestra los resultados en los cuales el 60% de los encuestados está de acuerdo y el 40% está totalmente de acuerdo. Esto indica que los espacios de trabajo están ordenados y libres de desorden, se siguen procedimientos estandarizados de limpieza y orden, los empleados son responsables de mantener sus áreas de trabajo limpias y ordenadas, se utilizan etiquetas y señalización adecuada, y la empresa fomenta una cultura de disciplina y cumplimiento de los estándares establecidos.

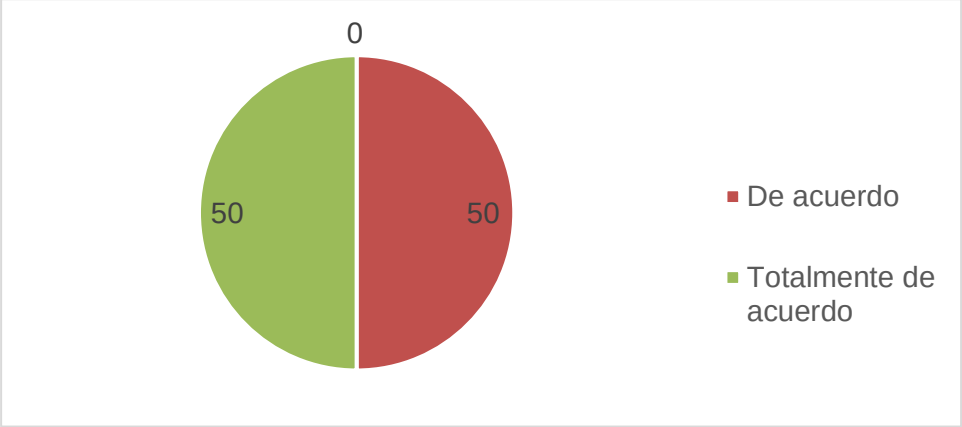
Gráfico 15. SMED (Cambio rápido de herramientas)



Fuente: elaboración propia

Los resultados de la encuesta sobre el modelo de ME SMED (Cambio rápido de herramientas) indican que el 40% de los encuestados está de acuerdo y el 60% está totalmente de acuerdo en que el proceso de cambio de herramientas se realiza eficientemente y sin retrasos significativos en la producción. Además, concuerdan en que se cuenta con una lista de verificación detallada, existe un equipo capacitado y la empresa busca constantemente formas de reducir el tiempo necesario para el cambio de herramientas.

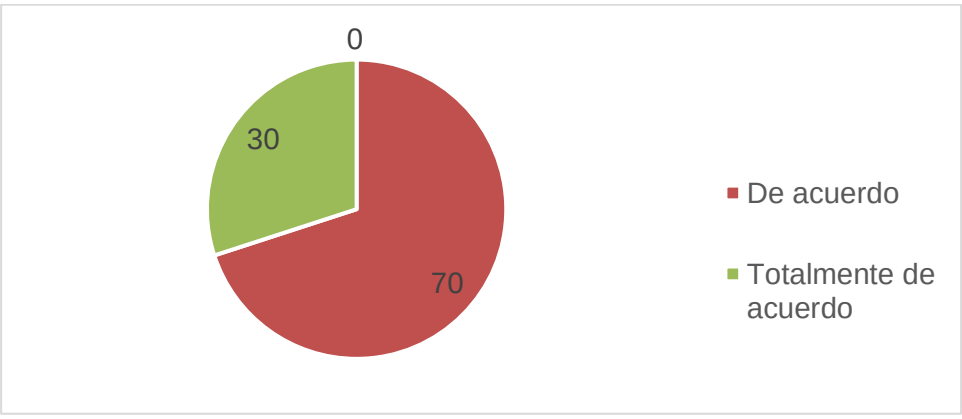
Gráfico 16. Kanban (Sistema de control de inventario)



Fuente: elaboración propia

Los resultados promedio de las preguntas relacionadas con el modelo Kanban (Sistema de control de inventario) indican que el 50% de los entrevistados está de acuerdo y el 50% está totalmente de acuerdo en que se utiliza un sistema eficiente para controlar el inventario de materiales. Asimismo, concuerdan que el sistema de control ayuda a evitar escasez o exceso de materiales, se realiza un seguimiento regular del inventario utilizando tarjetas Kanban u otro método visual, los empleados están capacitados para utilizar correctamente el sistema y se realizan revisiones periódicas para identificar mejoras.

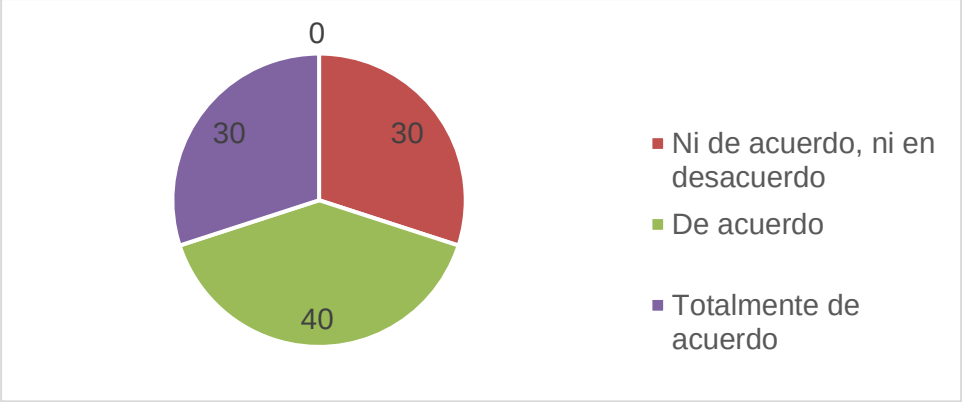
Gráfico 17. Kaizen (Mejora continua)



Fuente: elaboración propia

Los resultados promedio de las preguntas relacionadas con Kaizen (Mejora continua) indican que el 70% de los entrevistados está de acuerdo y el 30% está totalmente de acuerdo en que la empresa fomenta la participación de los empleados en la identificación y solución de problemas. Asimismo, concuerdan en que se realizan reuniones regulares para discutir ideas de mejora y tomar acciones para implementarlas, existe un sistema formal para registrar y evaluar las propuestas de mejora presentadas por los empleados, y la empresa ofrece incentivos y reconocimiento a los empleados que proponen ideas de mejora efectivas.

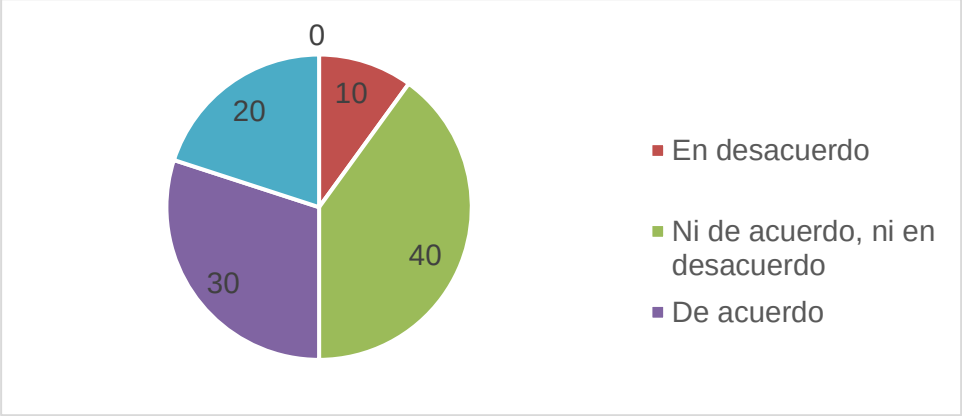
Gráfico 18. Heijunka



Fuente: elaboración propia

Los resultados promedio de las preguntas relacionadas con Heijunka indican que el 30% de los entrevistados ni está de acuerdo ni en desacuerdo, el 40% está de acuerdo y el 30% está totalmente de acuerdo en que se implementan cambios rápidos en la producción de suelas para adaptarse a las variaciones en la demanda del mercado. Además, el 30% ni está de acuerdo ni en desacuerdo, el 40% está de acuerdo y el 30% está totalmente de acuerdo en que se mantienen altos estándares de calidad en la producción de suelas, evitando defectos y problemas en períodos cortos.

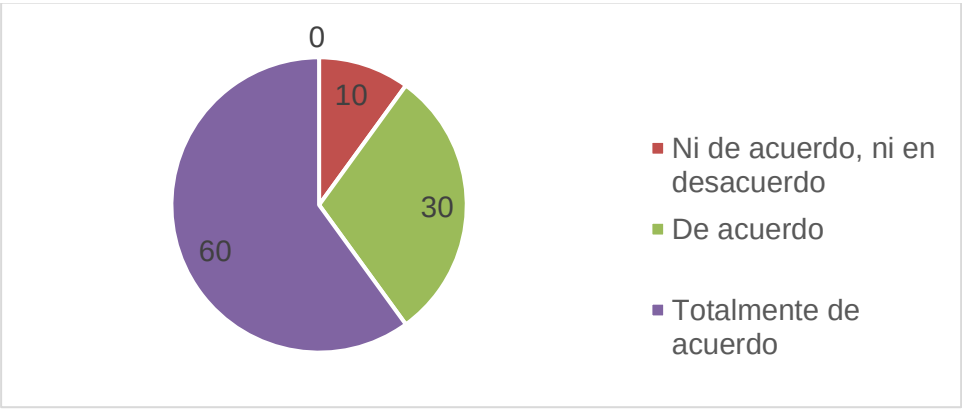
Gráfico 19. Jidoka



Fuente: elaboración propia

Los resultados promedio de las preguntas relacionadas con Jidoka indican que el 10% de los entrevistados está en desacuerdo, el 40% ni está de acuerdo ni en desacuerdo, el 30% está de acuerdo y el 20% está totalmente de acuerdo en que se promueve una cultura de excelencia en la calidad de las suelas, reconociendo su influencia en la percepción del cliente y el éxito de la empresa. Además, se enfatiza la importancia de realizar las actividades correctamente desde el inicio para garantizar la calidad de las suelas y satisfacer las expectativas de los clientes. En general, hay una aceptación moderada y neutral hacia los conceptos y prácticas de Jidoka.

Gráfico 20. Just in time



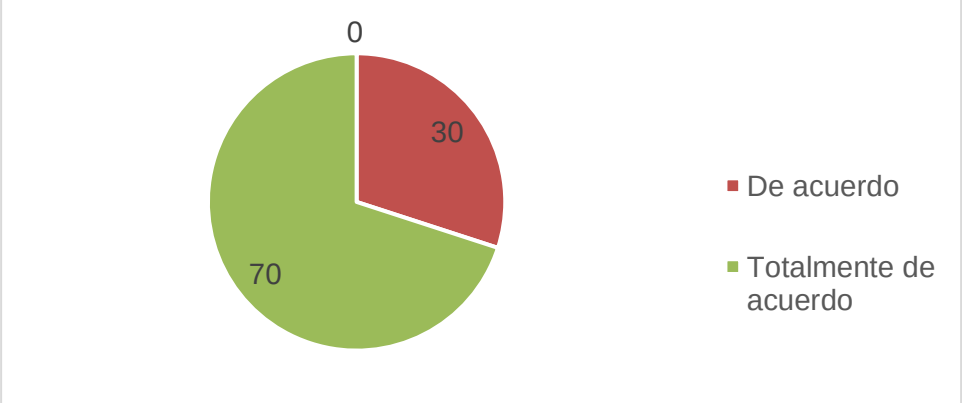
Fuente: elaboración propia

Los resultados promedio de las preguntas relacionadas con el modelo de ME Just in time indican que el 10% de los entrevistados ni está de acuerdo ni en desacuerdo, el 30% está de acuerdo y el 60% está totalmente de acuerdo en que se realiza un seguimiento constante del inventario para evitar la acumulación innecesaria de materiales o productos terminados.

El aspecto que generó menor aceptación está relacionado con seguimiento constante de los costos de producción para garantizar su control y optimización, del mismo modo se evidencia la necesidad de trabajar sobre la generación de un alto rendimiento en términos de producción en relación con la capacidad máxima de producción establecida. En general, hay un alto grado de acuerdo con los principios y prácticas del modelo Just in time.

Productividad

Gráfico 21. Uso de recursos disponibles para alcanzar los objetivos

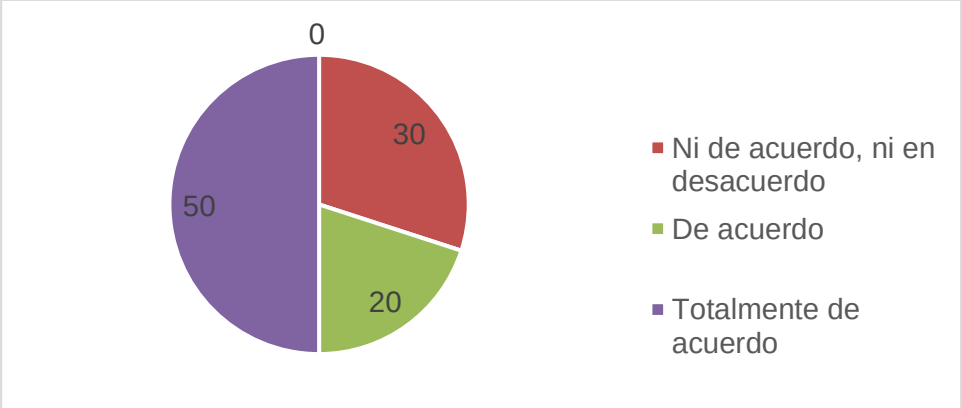


Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que el 30% de los encuestados está de acuerdo y el 70% está totalmente de acuerdo en que se utilizan eficientemente los recursos disponibles para alcanzar los objetivos establecidos. Esto indica que existe una conciencia y práctica positiva en la optimización de los recursos en la organización. Estos resultados reflejan una actitud favorable hacia la gestión eficiente de los recursos, lo que puede contribuir a mejorar la productividad y eficacia en la consecución de los

objetivos de la empresa. Es alentador ver que gran parte de los colaboradores respalda la utilización eficiente de los recursos disponibles.

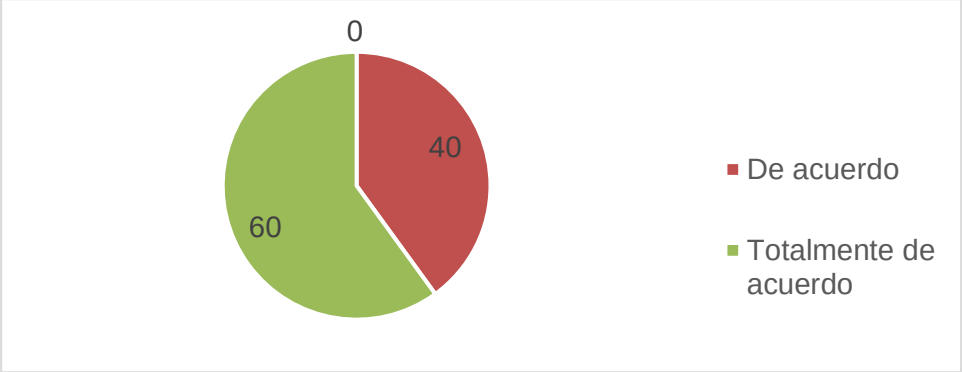
Gráfico 22. Seguimiento de los costos de producción



Fuente: elaboración propia

Los resultados indican que el 30% de los encuestados no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 20% está de acuerdo y el 50% está totalmente de acuerdo en que se realiza un seguimiento constante de los costos de producción para garantizar su control y optimización. Estos resultados muestran que gran parte del personal reconoce la relevancia de monitorear y optimizar los costos de producción. El seguimiento constante de los costos puede ser una práctica efectiva para controlar los gastos, identificar áreas de mejora y maximizar la rentabilidad en la organización.

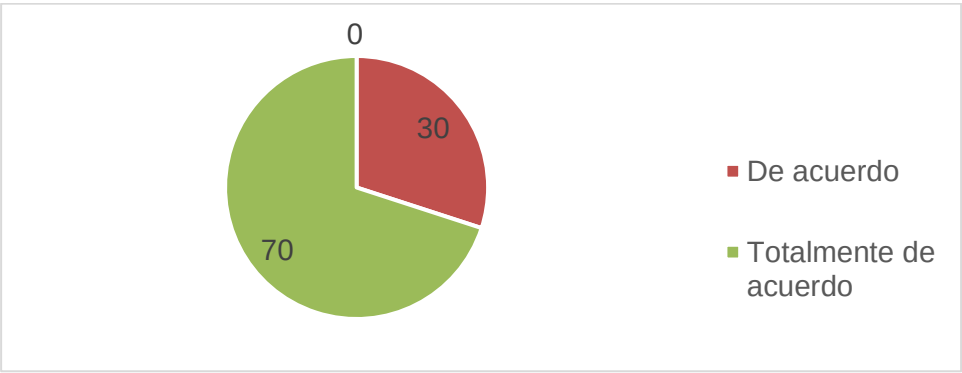
Gráfico 23. Estándares de calidad claros



Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que el 40% de los encuestados está de acuerdo y el 60% está totalmente de acuerdo en que se establecen estándares de calidad claros y se monitorea regularmente para asegurar la satisfacción del cliente y reducir la presencia de productos defectuosos. Estos resultados indican que los colaboradores reconocen la importancia de establecer estándares de calidad y realizar un monitoreo regular para garantizar la entrega de productos de alta calidad y la satisfacción del cliente. Esta práctica contribuye a la reputación de la empresa y a la mejora continua de sus productos y servicios.

Gráfico 24. Cumplimiento de los plazos de entrega

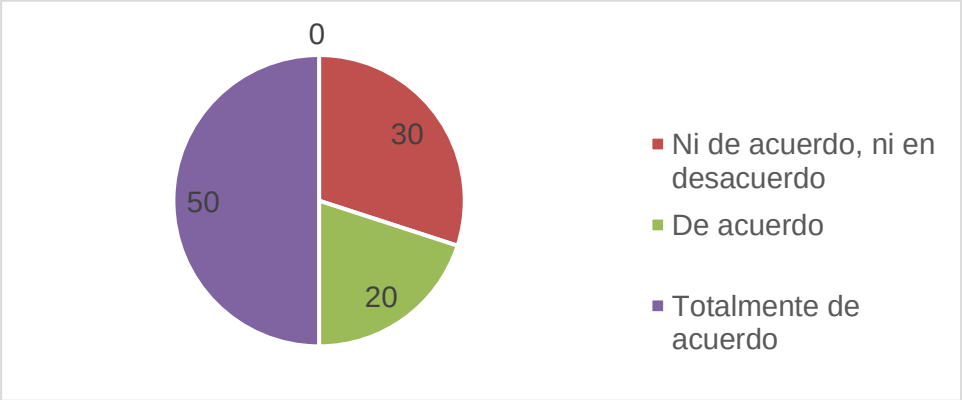


Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que el 30% de los encuestados está de acuerdo y el 70% está totalmente de acuerdo en que se cumplen consistentemente los plazos de entrega

acordados con los clientes. Esto indica que la empresa ha logrado establecer un nivel de confiabilidad y consistencia en la entrega de sus productos o servicios dentro del tiempo acordado. La alta proporción de acuerdo total sugiere que la empresa ha implementado prácticas efectivas de gestión y procesos eficientes para garantizar la puntualidad en la entrega, lo que puede contribuir a la satisfacción y fidelidad del cliente.

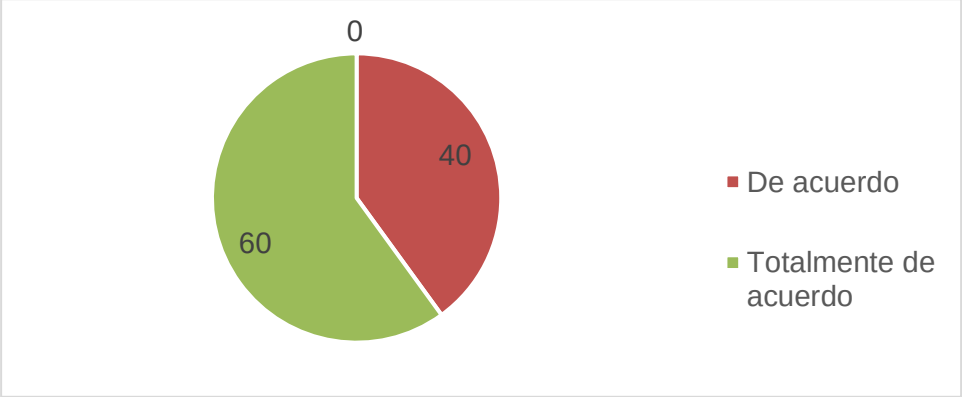
Gráfico 25. Logro de alto rendimiento en relación con la capacidad de producción



Fuente: elaboración propia

Los resultados indican que el 30% de los encuestados no expresó una opinión clara, el 20% está de acuerdo y el 50% está totalmente de acuerdo en que se alcanza un alto rendimiento en términos de producción en relación con la capacidad máxima establecida. Esto indica que los colaboradores perciben que la empresa logra utilizar eficientemente sus recursos y alcanza un nivel de producción cercano a su capacidad máxima. Sin embargo, es importante considerar la opinión de aquellos que no expresaron una postura clara para comprender mejor la percepción general sobre este aspecto.

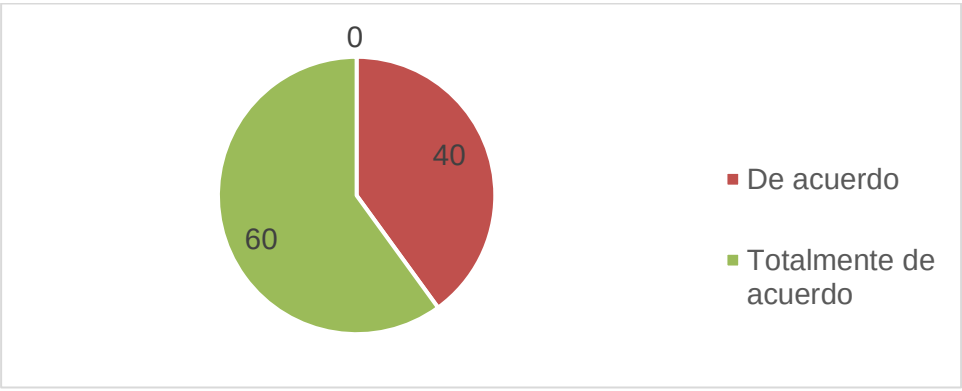
Gráfico 26. Enfoque en la satisfacción del cliente



Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que el 40% de los encuestados está de acuerdo y el 60% está totalmente de acuerdo en que la empresa se enfoca en la satisfacción del cliente como objetivo principal. Esto indica que en el departamento de producción se percibe que la empresa pone un fuerte énfasis en cumplir con las expectativas y requisitos de los clientes, lo que demuestra un enfoque centrado en el cliente y la importancia que se le da a su satisfacción. Esta actitud puede ser un factor positivo para mantener relaciones sólidas y duraderas con los clientes.

Gráfico 27. Establecimiento de mecanismos para cumplir plazos de entrega



Fuente: elaboración propia

Los resultados indican que el 40% de los encuestados está de acuerdo y el 60% está totalmente de acuerdo en que en la empresa se establecen mecanismos y procesos

para asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega comprometidos con los clientes. Esto sugiere que la organización tiene en cuenta la importancia de cumplir con los tiempos acordados y ha implementado medidas para garantizar la puntualidad en la entrega. Este enfoque puede contribuir a generar confianza y satisfacción en los clientes, fortaleciendo así las relaciones comerciales.

2.4. Caracterización de la empresa I-D-S

Antecedentes de la Empresa I-D-S

Ingeniería-Diseño-Suela (IDS) es una destacada empresa ubicada en la ciudad de Ambato, dedicada a la fabricación de suelas de alta calidad. Con un enfoque en la excelencia y la innovación, IDS se ha consolidado como líder en su industria. Su compromiso con la satisfacción del cliente se refleja en la creación de suelas duraderas, estéticamente atractivas y funcionales. IDS cuenta con un equipo altamente capacitado de ingenieros y diseñadores que emplean tecnología de vanguardia para desarrollar suelas que cumplen con los estándares más exigentes. Su dedicación a la calidad, el cumplimiento de plazos y la atención al detalle los distingue en el mercado.

La empresa Ingeniería-Diseño-Suela (IDS) ha enfrentado diversos desafíos en su trayectoria, lo que ha motivado al diseño de un modelo de ME para mejorar su eficiencia y competitividad. Entre los desafíos destacan la necesidad de reducir costos de producción, optimizar los tiempos de entrega, minimizar desperdicios y mejorar la capacidad para cubrir las necesidades de la demanda a través de decisiones inmediatas.

Así, la adopción de un modelo de ME permitirá a IDS superar estos desafíos, impulsando su productividad, rentabilidad y capacidad para adaptarse a los cambios del mercado de manera ágil y eficaz.

Proceso productivo y de comercialización de la empresa I-D-S

Este proceso abarca desde la adquisición de materias primas hasta la distribución de las suelas terminadas. Incluye la planificación de la producción, la gestión de inventario, la fabricación de suelas, el control de calidad y el embalaje. Además, implica la promoción y venta de los productos, estableciendo relaciones comerciales con clientes y cumpliendo con los plazos de entrega acordados.

Proceso de Ingeniería

En este proceso, se realiza el estudio y desarrollo de nuevos productos, así como la mejora continua de los existentes. Se analizan las necesidades del mercado, se realizan investigaciones técnicas, se generan prototipos y se lleva a cabo la ingeniería de procesos para optimizar la producción.

Proceso de Diseño

El proceso de diseño implica la creación y desarrollo de suelas innovadoras y atractivas. Se lleva a cabo el diseño conceptual, la creación de modelos virtuales y físicos, la selección de materiales adecuados y la evaluación de la funcionalidad y estética de las suelas.

Proceso de Producción

En este proceso se lleva a cabo la fabricación de las suelas de acuerdo con los diseños y estándares establecidos. Incluye la preparación de la maquinaria y equipos, la ejecución de los procesos de moldeo, corte, ensamblaje y acabado, así como el control de calidad para garantizar su conformidad con los requisitos establecidos.

Situación Actual de la Empres I-D-S

A partir de los resultados de la aplicación de la encuesta se evidencia que la participación activa de los empleados obtuvo una puntuación baja en este aspecto, lo

que indica la necesidad de potenciar la participación y compromiso de los empleados en la ejecución de prácticas de ME.

Por otra parte, los resultados indican que la realización de cambios rápidos en la producción para adaptarse a las variaciones en la demanda del mercado y mantener altos estándares de calidad no ha sido ampliamente aceptada. Esto sugiere la necesidad de trabajar en optimizar la capacidad de respuesta a las demandas cambiantes del mercado y garantizar la calidad de los productos en períodos cortos.

Del mismo modo, existe una aceptación moderada y neutral hacia los conceptos y prácticas de Jidoka, lo que indica la necesidad de promover una cultura de excelencia en la calidad de las suelas desde el inicio del proceso y de mejorar la percepción de su influencia en la satisfacción del cliente y el éxito de la empresa.

Además, aunque se reconoce la importancia de realizar un seguimiento constante de los costos de producción para su control y optimización, aún hay un porcentaje de personal de producción que no expresan una opinión clara. Esto sugiere la necesidad de establecer medidas más efectivas para monitorear y optimizar los costos de producción.

CAPÍTULO III. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

MODELO DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA-DISEÑO-SUELA

Este capítulo desarrolla los resultados prácticos de la propuesta que consiste en el diseño de un modelo de ME para la optimización de la calidad y productividad en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela IDS. Por otra parte, esta sección tiene como fin demostrar que las herramientas de ME son una guía para empresas del sector manufacturero que enfrentan fluctuaciones de demanda y recesión económica, para el aumento de la calidad, productividad, flexibilidad y rentabilidad.

3.1. Herramientas que configuran el Modelo de Manufactura Esbelta para la Empresa I-D-S

El esquema que se muestra a continuación del modelo de ME basado en el Sistema de Producción de Toyota (TPS), orienta a la empresa de fabricación de suelas I-D-S para mejorar su proceso de producción, a fin de mejorar la calidad de los productos que oferta en el mercado y elevar la productividad de cada uno de sus procesos utilizando la menor cantidad de recursos, para la satisfacción del cliente con productos seguros, confiables y a precios razonables.

El modelo propuesto agrupa varias herramientas que configuran una casa, denominada casa de *Lean,* mismo que ya ha sido probado por varias empresas como la reconocida empresa de fabricación de vehículos Toyota y ha demostrado ser exitosa. Por lo que, se busca optimizar las herramientas para adaptarlas a la empresa en estudio y lograr apuntar al éxito de esta tras su futura implementación.

Como se puede observar, en el gráfico 28, el modelo incluye las herramientas analizadas con anterioridad, entre ellas, Justo a tiempo, Kaisen, Jidoka, Heijunka y 5S las cuales aportan a la mejora de la empresa IDS. A continuación, se describe la aplicación de cada una de ellas como parte del modelo de ME:

Justo a Tiempo: Esta herramienta se utiliza para reducir el inventario y minimizar los tiempos de espera. En IDS, se realiza un seguimiento constante del inventario para evitar acumulaciones innecesarias de materiales o productos terminados. Esto permite optimizar los recursos y garantizar una producción más ágil y sincronizada con la demanda del mercado.

Kaizen: Se enfoca en la mejora continua. En IDS, se fomenta la participación de los empleados en la identificación y solución de problemas. Se realizan reuniones regulares para discutir ideas de superación y se implementan acciones para poner en práctica estas ideas. Además, existe un sistema formal para registrar y evaluar las propuestas de perfeccionamiento presentadas por los empleados. Se ofrecen incentivos y reconocimiento a aquellos empleados que proponen ideas efectivas de mejora.

Jidoka: Permite incorporar calidad en el proceso de producción. En IDS, se promueve una cultura de excelencia en la calidad de las suelas. Se reconoce la influencia de la calidad en la percepción del cliente y el éxito de la empresa. Se enfatiza la importancia de realizar las actividades correctamente desde el inicio para garantizar la calidad de las suelas y satisfacer las expectativas de los clientes.

Heijunka: Esta herramienta se utiliza para lograr una producción nivelada y ajustada a la demanda. En IDS, se implementan cambios rápidos en la producción de suelas para adaptarse a las variaciones en la demanda del mercado. Se mantienen altos estándares de calidad en la producción de suelas, evitando defectos y problemas en períodos cortos. Esto permite mantener una producción estable y eficiente.

5S: Constituyen conjunto de prácticas de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en el lugar de trabajo. En IDS, se siguen procedimientos estandarizados de limpieza y orden en los espacios de trabajo. Los empleados son responsables de mantener sus áreas de trabajo limpias y ordenadas. Se utilizan etiquetas y señalización adecuada. Además, se fomenta una cultura de disciplina y cumplimiento de los estándares establecidos.

Gráfico 28. Modelo de manufactura esbelta baso en TPS

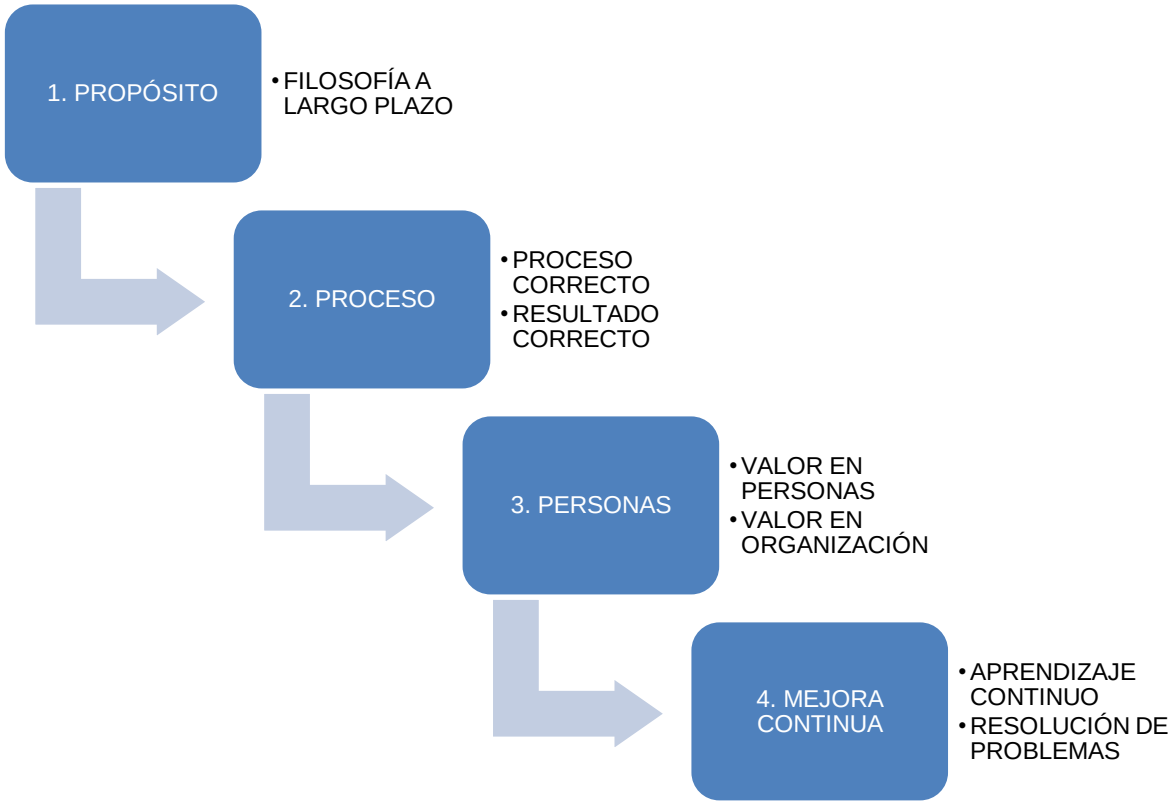


Fuente: elaboración propia a partir de Ibarra y Ballestero (2017b) y Juárez (2019b).

3.2. Modelo de ME basada en TPS

Con la finalidad de alcanzar el objetivo del modelo de ME basada el TPS y facilitar la mejora continua, se propone que el modelo se base en los principios agrupados en 4 secciones que menciona Liker (2004), en su libro “The Toyota Way”. Estas secciones, se muestran en el siguiente gráfico:

Gráfico 29. Secciones Toyota Way



Fuente: modificado a partir de Ibarra y Ballesteros (2017b), Juárez (2019b) y Liker (2004).

El modelo propuesto en base al *Toyota Way*, constituye una gestión integral que se centra en cuatro secciones clave como se muestra en el gráfico 9. La sección del propósito hace hincapié en una visión a largo plazo, una cultura de resolución de

problemas y el desarrollo de los empleados. La sección de procesos destaca la importancia de los procesos eficientes, el flujo continuo, los sistemas *pull* y la nivelación de la carga de trabajo. La sección de personas se centra en el desarrollo de una cultura de resolución de problemas, trabajo en equipo, toma de decisiones por consenso y liderazgo atento. La sección de mejora continua hace hincapié en aprender de las experiencias, resolver problemas y desarrollar una visión a largo plazo y adaptabilidad en un entorno cambiante. En general, *The Toyota Way* promueve un enfoque holístico que puede ser aplicado a la gestión de la empresa IDS que fomenta la mejora continua y el compromiso de los empleados.

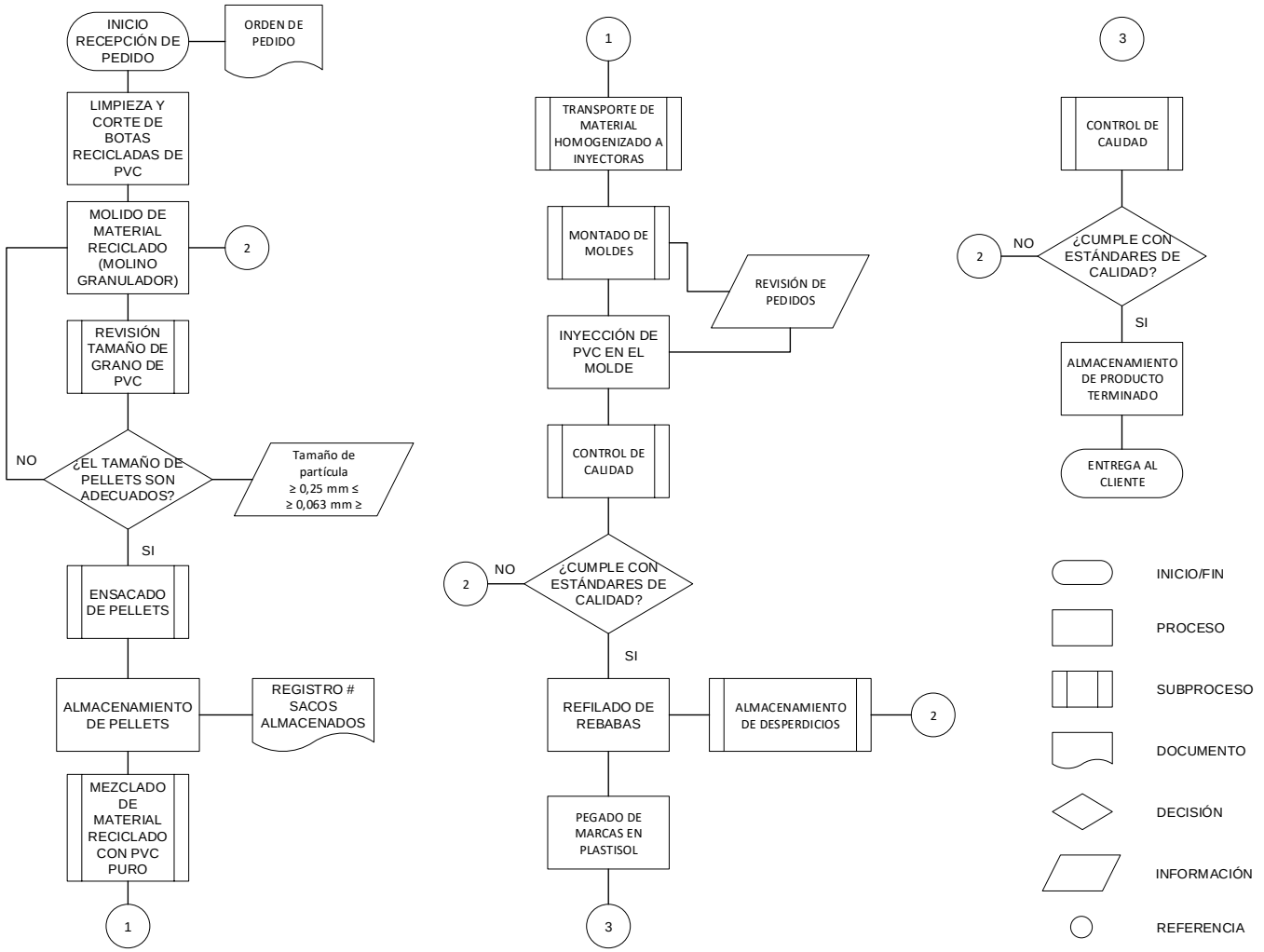
3.3. Aplicación operativa

En el apartado se desarrolla la aplicación de las herramientas establecidas en el gráfico 28 conforme los resultados del gráfico 10. En primer lugar se plasma el flujograma de procesos aplicable a la producción de suelas de la empresa IDS, posteriormente, se elabora el mapa de flujo de valor VSM el cual constituye el punto de partida para el planteamiento de las demás herramientas desarrolladas como el tablero Kanban, TPM, el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y el programa de capacitación anual.

Flujograma de procesos

En el gráfico 30 se muestra el proceso productivo para la elaboración de suelas de la empresa ISD:

Gráfico 30. Flujograma de procesos para la fabricación de suelas



Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la empresa IDS.

Mapa de Flujo de Valor VSM

Como parte de la propuesta de manufactura esbelta, se busca la implementación de un mapa de flujo de valor, a fin de mejorar cada uno de los procesos de fabricación de la empresa desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto terminado, identificando posibles tareas que no generen valor al proceso, producto no conforme, tiempos muertos, inventarios excesivos, entre otros.

De este modo, se realiza un análisis a detalle de la empresa de Fabricación de Suelas I-D-S que comercializa suelas para zapato casual y deportivo mediante un proceso productivo secuencial: Limpieza y Corte, Molido, Mezclado, Inyección y Acabados. Por otro lado, se presenta información relevante asociada a cada proceso, tal como se muestra en el cuadro 9.

De los cuadros mostrados con anterioridad (Véase las cuadros 9, 10, 11, 12 y 13), se toman parámetros que permiten configurar el VSM Actual. mismo que permite identificar anomalías y acciones de mejora en cada uno de los procesos de producción, en base a mejora de tiempos, reducción de inventarios, incremento de disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, mejoramiento y estandarización de actividades y procesos, entre otras. De igual forma, el VSM Actual es el análisis de cómo se encuentra la empresa para tomar acciones futuras que permitan el incremento de la calidad y productividad.

Cuadro 9. Métricas del proceso producto

Descripción	Símbolo	UMD	Limpieza y Corte (LIMC)	Molido (MOL)	Mezclado (MEZ)	Inyección (INY)	Acabados (ACB)
Número de Turnos	NT	und	1	2	2	2	2
Jornada Laboral	JL	hrs/turno	9	8	8	8	9
Tiempo Inefectivo	TI	hrs/turno	1	1	1	1	1
Tiempo Disponible	TD=(JL-TI)*NT	seg/día	28800	50400	50400	50400	57600
Producción Bruta	PB	und/turno	27 sacos | 1620	1620	1300	300	450
N° Máquinas	NM	und	1	1	1	4	3
% de Funcionamiento	TF	%	80,00%	80,00%	80,00%	90,00%	80,00%
Producción Real	PR=PB*NM*TF	und/turno	1296	1296	1040	1080	1080
Tiempo de ciclo	TC=TD/PR	seg/und	22	39	48	47	53
% Defectos	PNC	%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	3,00%
Tiempo de cambio de producto	TCP	min	5	10	5	15	5
N° Operarios	NO	und	1	1	1	2	3

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la empresa IDS.

Cuadro 10. Cálculo de la demanda

Descripción	Símbolo	UMD	Valor
Demanda Mensual	DM	und/mes	36000
Días hábiles x mes	DH	días/mes	30
Demanda diaria	DD=DM/DH	und/día	1200

Fuente: elaboración propia

Cuadro 11. Cálculo de Lead Time (Tiempo de entrega)

Descripción	Símbolo	UMD	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Inventario	INV	und	8820	1620	1620	1300	1300	1300
Lead time	LTI = INV/DD	días	7,35	1,35	1,35	1,08	1,08	1,08

Fuente: elaboración propia

Cuadro 12. Cálculo de valor agregado

Descripción	UMD	Valor
TVA (Tiempo de valor añadido) = Σ(TC)	min	3,48
TNVA (Tiempo no valor añadido) = Σ(LTI)	min	19137,6
Tiempo Total (TT)= TVA + TNVA	min	19141,08
Touch Time (TOU)= TVA/TT	%	0,02%

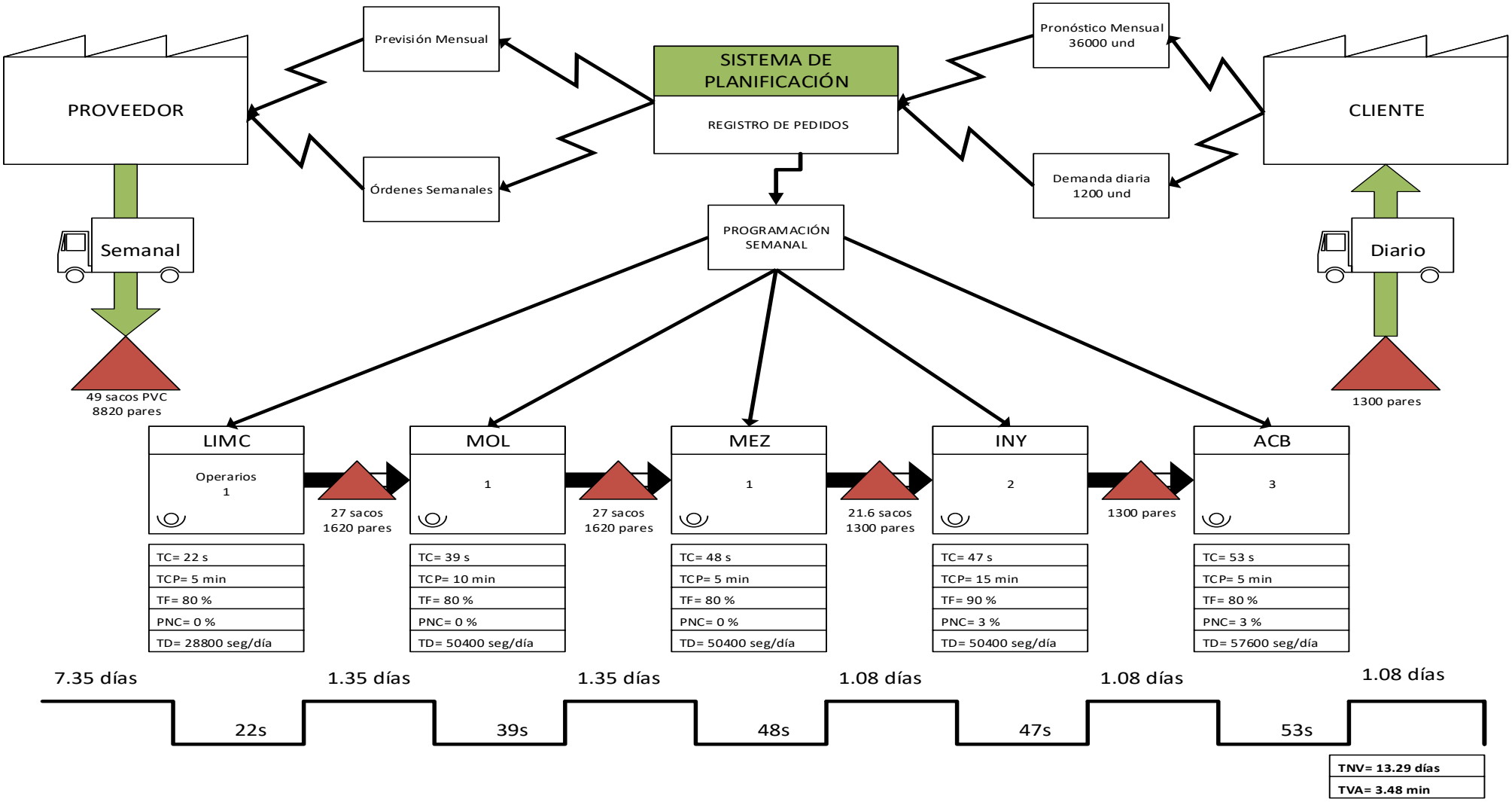
Fuente: elaboración propia

Cuadro 13. Cálculo de takt time (Velocidad para satisfacer la demanda del cliente)

Descripción	Símbolo	UMD	Limpieza y Corte (LIMC)	Molido (MOL)	Mezclado (MEZ)	Inyección (INY)	Acabados (ACB)
Takt Time = TD/DD	TKT	seg/und	24	42	42	42	48

Fuente: elaboración propia

Gráfico 31. VSM Actual del Proceso productivo de la Empresa I-D-S



Fuente: elaboración propia

En función al VSM Actual se identifica todas las oportunidades de mejora en cuanto a procesos, inventarios, tiempos e índices de calidad. De esta forma, se observa que el Lead time en el proceso de recepción de materia prima es elevado, por lo cual, se recomienda que las entregas de materia prima sean dos veces por semana, a fin de reducir el inventario de este. Por otra parte, se identifica tres cuellos de botella en el proceso productivo, en primera instancia, en el proceso de Mezclado de material reciclado con material granulado puro debido a que el tiempo de ciclo (TC=48 s) es mayor al *takt time* (TKT=42 s), de igual forma, ocurre con el proceso de inyección pues el tiempo de ciclo (TC=47 s) es mayor al *takt time* (TKT=42 s) y finalmente, en el proceso de Acabados en donde el tiempo de ciclo (TC=53 s) es mayor al *takt time* (TKT=48 s).

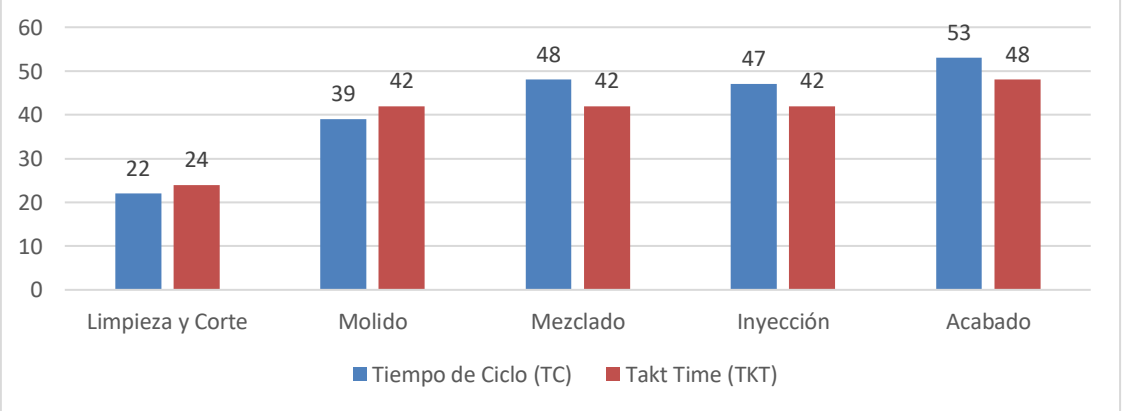
Estos criterios se muestran en el cuadro 14:

Cuadro 14. VSM Actual del Proceso de Fabricación de Suelas de la Empresa I-D-S

Proceso	**Tiempo de Ciclo (TC)**	**Takt Time (TKT)**
Limpieza y Corte	22	24
Molido	39	42
Mezclado	48	42
Inyección	47	42
Acabado	53	48

Fuente: elaboración propia

Gráfico 32. TC vs TKT



Fuente: elaboración propia

Es importante también, reducir el porcentaje de defectos en el proceso de inyección y acabado ya que son los procesos que tienen mayor índice de fallas o defectos, lo que genera pérdidas de tiempo, dinero y calidad, así como mejorar el Tiempo de funcionamiento de la maquinaria. Del mismo modo, se recomienda aplicar planes de acción para minimizar el *Touch Time* ya que el tiempo de valor agregado solo representa el 0,02% frente al tiempo de valor no agregado. Es así que, en el cuadro 19, se muestra la herramienta de Manufactura Esbelta aplicada a cada proceso a fin de conseguir cambios significativos, mismos que promuevan el incremento de la calidad, reducción de tiempos, residuos y gastos.

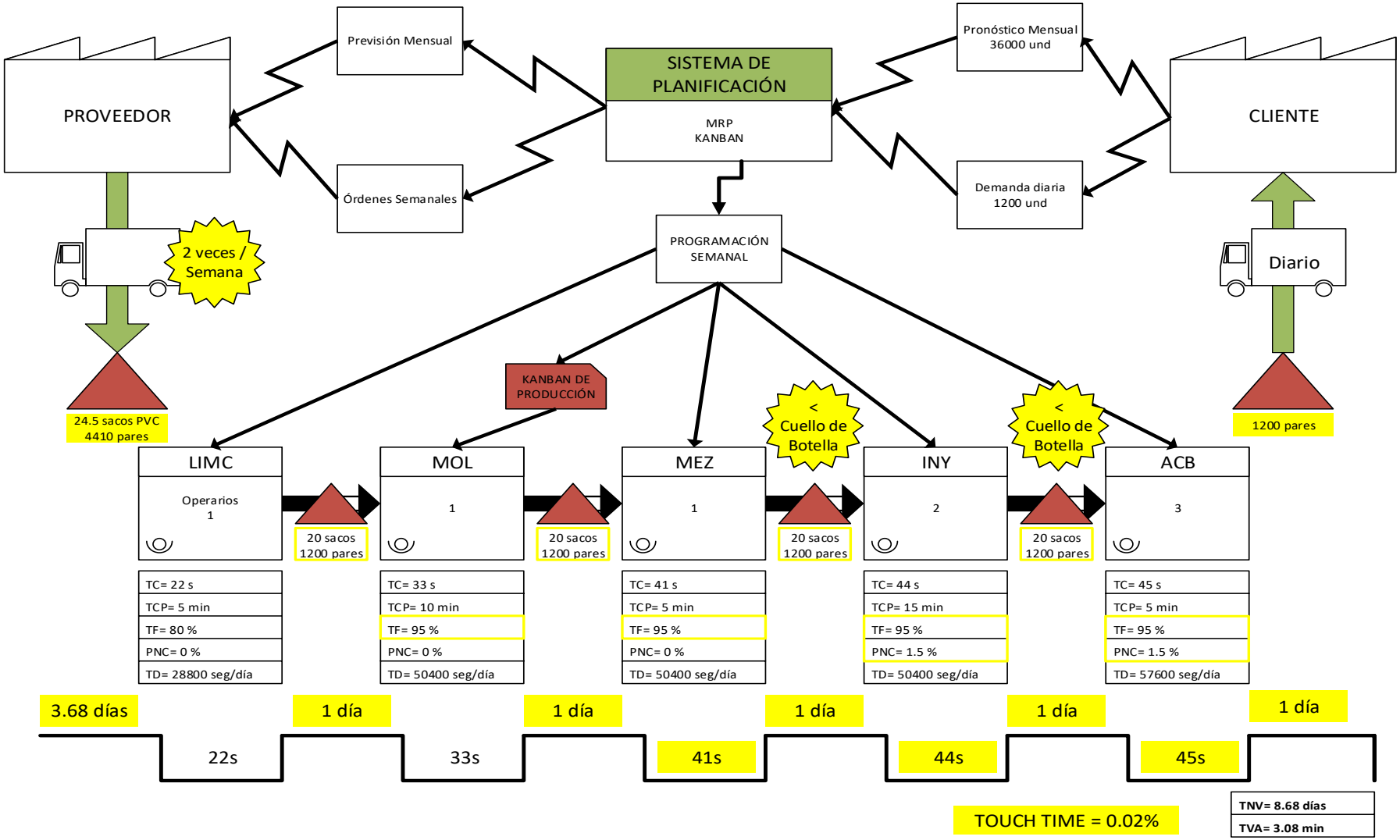
En base al cuadro 19, en donde se reflejan cada uno de los planes de acción y herramientas, se construye en VSM Futuro que se muestra en el gráfico 34, cabe recalcar que puede variar de acuerdo con intereses empresariales y más análisis tanto productivos como financieros.

Cuadro 15. Planes de Acción

Proceso	Métrica	VSM Actual	Plan de Acción	Herramienta	Responsable	Indicador
Planificación	Herramienta Manual	Registro de Pedidos	Planificación de la producción	Kanban y MRP (Planificación de requerimiento de materiales)	Gerente que figura como jefe de producción y mantenimiento	% de cumplimiento
Almacén en tránsito	Lead Time	7.35 días	Reducir el tiempo de almacenamiento de granulado de PVC	MRP JIT	Gerente que figura como jefe de producción y mantenimiento	Lead Time
Molido	Falta de orden y limpieza e inventario excesivo	Optimizar el programa de producción	Mejorar orden y limpieza	MRP 5S JIT	Operario Jefe Inmediato	% de cumplimiento
Mezclado	TC>TKT	48 > 42 seg/und	Reducir el Tiempo de Ciclo	Implementar máquina mezcladora	Operador	TC y TKT
	% func. máquina	80%	Optimizar producción	MRP TPM	Operador Mecánico	% TF
Inyección	TC>TKT	47 > 42 seg/und	Reducir el Tiempo de Ciclo	Repotenciación de moldes	Operador	TC y TKT
	% no conforme	3%	Reducir % de PNC	Gestión de Calidad	Operador	% PNC
	% func. máquina	90%	Optimizar producción	MRP TPM	Operador Mecánico	% TF
Acabados	TC>TKT	53 > 48 seg/und	Reducir el Tiempo de Ciclo	Estudio de métodos	Operador	TC y TKT
	% no conforme	3%	Reducir % de PNC	Gestión de Calidad	Operador	% PNC
	% func. máquina	90%	Optimizar producción	MRP TPM	Operador Mecánico	% TF

Fuente: elaboración propia

Gráfico 33. VSM Futuro del Proceso productivo de la Empresa I-D-S



Fuente: elaboración propia

En el VSM Actual se puede evidenciar la disminución significativa tanto del Tiempo de valor añadido (TVA) como del tiempo de valor no añadido (TNVA), esto gracias a la adopción de la herramienta *JIT (Just in Time)* y Kanban en los diferentes procesos, a fin de reducir los inventarios existentes y trabajar de forma estricta bajo la demanda diaria requerida por el cliente. De igual forma, con la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se busca subir el porcentaje de funcionamiento de la maquinaria permitiendo reducir los tiempos por proceso (TC). Es así, que esta herramienta es el punto de partida para la selección y aplicación de las demás herramientas asociadas a la Manufactura Esbelta.

Tableros Kanban

De manera análoga, y en cumplimiento a los planes de acción generados tras el análisis del mapa de flujo de valor (VSM), es necesaria la realización de una Tabla Kanban de las actividades del proceso productivo, mismo que abarque los pedidos del cliente, los pedidos en ejecución y los pedidos listos para entrega, a fin de que los operarios puedan gestionar el trabajo de manera eficiente y disminuyendo los posibles desperdicios sin afectar a la producción y alineándose a la filosofía *JIT.* Es por esta razón que, se modela el siguiente Tablero Kanban conforme a las necesidades de la empresa I-D-S, para ser usado en forma electrónica o física en un informativo en las diferentes áreas de trabajo.

A continuación, en el cuadro 20, se indica la plantilla del Tablero Kanban y sus respectivos parámetros para su elaboración:

Cuadro 16. Datos del Tablero Kanban de tareas del Proceso Productivo

	INGENIERÍA - DISEÑO - SUELA "IDS" Ambato - Ecuador
	DATOS DEL TABLERO KANBAN DE TAREAS DEL PROCESO PRODUCTIVO
Objetivo: Fomentar el crecimiento profesional en habilidades blandas y duras de los colaboradores de la empresa, así como, el fortalecimiento de conocimientos necesarios en el puesto de trabajo mediante capacitaciones periódicas y de gran impacto, a fin de mejorar la calidad de los procesos, reducir costos y tiempo de mantenimiento y mejorar de índices de confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria crítica.	

# Tarea	Estado	Criticidad	Tarea/Actividad	Descripción	Responsable	Inicio	Fin (Previsto)	Vencimiento	Días transcurridos	% Progreso

Fuente: elaboración propia

Cuadro 17. Tablero Kanban de tareas del Proceso Productivo

INGENIERÍA - DISEÑO - SUELA "IDS"

Ambato - Ecuador

TABLERO KANBAN DE TAREAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

POR HACER	EN PROGRESO	EN ESPERA	COMPLETO	ARCHIVADO
Tarea N°___	**Tarea N°___**	**Tarea N°___**	**Tarea N°___**	**Tarea N°___**
Descripción:	**Descripción:**	**Descripción:**	**Descripción:**	**Descripción:**
Inicio:	**Inicio:**	**Inicio:**	**Inicio:**	**Inicio:**
Fin:	**Fin:**	**Fin:**	**Fin:**	**Fin:**
Vencimiento	**Vencimiento**	**Vencimiento**	**Vencimiento**	**Vencimiento**
Responsable:	**Responsable:**	**Responsable:**	**Responsable:**	**Responsable:**
			Tarea N°___	**Tarea N°___**
			Descripción:	**Descripción:**
			Inicio:	**Inicio:**
			Fin:	**Fin:**
			Vencimiento	**Vencimiento**
			Responsable:	**Responsable:**
				Tarea N°___
				Descripción:
				Inicio:
				Fin:
				Vencimiento
				Responsable:

Fuente: elaboración propia

En referencia a los cuadros que muestran la Plantilla del Tablero Kanban (ver cuadro 21), cada tablero incluye el número de la tarea, el estado y criticidad de esta, la descripción de la tarea, la persona o equipo encargado y las fechas de inicio, fin y vencimiento de esta, así como su respectivo porcentaje de avance o cumplimiento. Consecutivamente, se muestran los cuadros de los aspectos mencionados con los cuales se llenarán el cuadro conforme a cada situación establecida:

Cuadro 18. Estado de la Tarea

ESTADO
Por hacer
En progreso
En espera
Completo
Archivado

Fuente: elaboración propia

Cuadro 19. Criticidad de la Tarea

CRITICIDAD	COLOR
Urgente	
Importante	
Normal	

Fuente: elaboración propia

TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Uno de los problemas detectados en el estudio está en que no se corrigen los problemas de productividad a tiempo (ver gráfico 13) solo el 50% lo hace. Lo que ocasiona pérdidas en la producción (sea por falta de un plan de mantenimiento, etc.). Es por ello que se propone un plan de mantenimiento anual de la maquinaria.

En conformidad a al cuadro 2 y al análisis de la investigación realizada se determina que el Mantenimiento Productivo Total, es una de las herramientas de la Manufactura Esbelta que busca mantener la disponibilidad de la maquinaria a fin de mejorar la

calidad del proceso productivo y eliminar de forma significa las paradas innecesarias por mantenimiento correctivo. Es por lo cual, se propone que los operarios de la maquinaria tengan el conocimiento necesario en actividades específicas de mantenimiento preventivo de la maquina crítica, es decir, a las de mayor nivel de importancia en el proceso productivo.

De esta forma, se presenta a continuación un programa de capacitación anual de los operarios, así como el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria crítica, conforme a los manuales de usuario y al personal experto en el área (Mecánico).

Plan de Mantenimiento preventivo de la maquinaria crítica del proceso productivo

A continuación, se muestra la maquinaria crítica de la empresa, misma que será beneficiada con el mantenimiento preventivo a fin de identificar sus posibles averías en etapa temprana, ya que son las más utilizadas e importantes en el proceso productivo.

Cuadro 20. Inventario de máquinas

		INGENIERÍA - DISEÑO - SUELA "IDS" Ambato - Ecuador **INVENTARIO DE MAQUINARIA**			
#	**Código**	**Descripción de la Maquinaria**	**Cantidad**	**Modelo**	**Marca**
ÁREA DE MOLIENDA					
1	MLN01	Molino Triturador de Polímero	1	MF 160	Mecanofar
ÁREA DE INYECTADO					
2	INYH01	Inyectora de Polímero Horizontal	1	2009	Maingroup
3	INYH02	Inyectora de Polímero Horizontal	1	2009	Maingroup

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la empresa IDS.

De lo antes expuesto, se propone las siguientes gamas de mantenimiento preventivo mismas que están desarrolladas en base a los históricos de mantenimiento correctivo y al manual de usuario de cada una de las máquinas. De esta forma, se describen las actividades de mantenimiento con su respectiva frecuencia, como se muestran en los cuadros a continuación:

Cuadro 21. Frecuencia de Mantenimiento Preventivo

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	COLOR
Diaria	
Semanal	
Mensual	
Trimestral	
Semestral	
Anual	

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la empresa IDS.

Cuadro 22. Gama de mantenimiento Preventivo para Inyectora Horizontal de Polímeros

EMPRESA IDS			**INGENIERÍA - DISEÑO - SUELA "IDS"** Ambato - Ecuador **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**
MÁQUINA	Inyectora Horizontal de Polímeros		
CÓDIGO	INYH01 INYH02		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
MARCA		Maingroup	
MODELO		2009	
PROCEDENCIA		Italiana	
CANTIDAD DE INYECTORES		2	
POTENCIA		27-57 kW	
DIMENSIONES		1465*3330 mm	



ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	INDICADOR
Limpieza de boquillas de inyección	Operador							PMC [3]
Limpieza de Tolvas	Operador							*PMC
Limpieza de Moldes	Operador							*PMC
Revisión de temperatura de inyectores (154-288 °C) y moldes (38-65 °C)	Operador							*PMC
Limpieza general de la Inyectora	Operador							*PMC
Limpieza de guías de deslizamiento de mordazas del molde	Operador							*PMC
Engrase de todos los puntos de engrase según manual	Operador							*PMC
Lubricación de guías, bisagras	Operador							*PMC
Verificación de caída del sistema de aire comprimido	Operador							*PMC

[3] * PMC (Índice de Cumplimiento de Mantenimiento) = Tareas Ejec. / Tares planf. *100

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	INDICADOR
Revisión del sistema hidráulico	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC
Purga del aire del sistema de guías de mordazas del molde	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC
Revisión y ajuste de tornillería en general	Operador							*PMC
Revisión del sistema eléctrico	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC
Control y alineación de boquillas de inyección	Operador							*PMC
Cambio de aceite hidráulico	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC
Revisión y cambio de termocuplas	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC
Revisión del sistema de enfriamiento	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC
Revisión y cambio de rodamientos en general según el manual	Personal de Mantenimiento (Mecánico)							*PMC

Fuente: elaboración propia a partir de manuales de usuario e históricos de mantenimiento correctivo.

Cuadro 23. Gama de mantenimiento Preventivo para Molino Triturador de Polímero

EMPRESA IDS		**INGENIERÍA - DISEÑO - SUELA "IDS"** Ambato - Ecuador **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**
MÁQUINA	Molino Triturador de Polímero	
CÓDIGO	MLN01	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
MARCA	Mecanofar	
MODELO	MF 160	
PROCEDENCIA	Brasilera	
CUCHILLAS GIRATORIAS	2	
CUCHILLAS FIJAS	2	
POTENCIA	3 hp	
PESO	140 kg	

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	INDICADOR
Limpieza de la tolva	Operador							PMC[4]
Revisión de condiciones de trabajo (Diámetro de Pellets)	Operador							*PMC
Limpieza del motor eléctrico	Operador							*PMC
Engrase de todos los puntos de engrase según manual	Operador							*PMC
Revisión de cuchillas fijas y giratorias	Operador							*PMC
Revisión, limpieza y sustitución de pernos y tuercas dañadas.	Operador							*PMC
Revisión del sistema eléctrico	Personal de Mantenimiento (Mecánico**)**							*PMC
Revisión y ajuste de bandas y correas (Sistema motriz)	Operador							*PMC
Revisión del sistema de reducción.	Personal de Mantenimiento (Mecánico**)**							*PMC
Revisión de rodamiento del motor y del eje.	Personal de Mantenimiento (Mecánico**)**							*PMC

Fuente: elaboración propia a partir de manuales de usuario e históricos de mantenimiento correctivo.

[4] * PMC (Índice de Cumplimiento de Mantenimiento) = Tareas Ejec. / Tares planf. *100

Programa de capacitación anual de los operarios de la maquinaria crítica del proceso productivo

Cuadro 24. Programa de Capacitación Anual de Operarios

EMPRESA IDS	**INGENIERÍA - DISEÑO - SUELA "IDS"** Ambato - Ecuador **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ANUAL**
Objetivo: Fomentar el crecimiento profesional en habilidades blandas y duras de los colaboradores de la empresa, así como, el fortalecimiento de conocimientos necesarios en el puesto de trabajo mediante capacitaciones periódicas y de gran impacto, a fin de mejorar la calidad de los procesos, reducir costos y tiempo de mantenimiento y mejorar de índices de confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria crítica.	

Tema	Tipo de Curso		Tipo de Necesidad	Beneficiarios	# Horas	Costo ($)	MESES												Cumplimiento		Observaciones
	Interno	Externo					Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	SI	NO	
Seguridad y Salud Ocupacional		X	Necesidad identificada por el jefe inmediato	Todo el personal	8	A definirse															
Control de Inventario		X	Interés manifiesto por el personal	Operarios	16	A definirse															
Gestión de la Calidad		X	Estrategia propia de la empresa	Todo el personal	16	A definirse															
Atención al Cliente		X	Estrategia propia de la empresa	Todo el personal	16	A definirse															

Tema	Tipo de Curso		Tipo de Necesidad	Beneficiarios	# Horas	Costo ($)	MESES												Cumplimiento		Observaciones
	Interno	Externo					Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	SI	NO	
Análisis de causa raíz, modos y efectos de falla (AMFE)	X		Estrategia propia de la empresa	Operarios	16	N/A															
Manejo de herramientas manuales y mecánica básica	X		Estrategia propia de la empresa	Operarios	200	N/A															
Técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo	X		Estrategia propia de la empresa	Operarios	300	N/A															
Gestión de la lubricación	X		Estrategia propia de la empresa	Operarios	40	N/A															
Planificación y programación del mantenimiento	X		Estrategia propia de la empresa	Operarios	40	N/A															
Mantenimiento Productivo Total	X		Estrategia propia de la empresa	Operarios	300	N/A															
Otros conforme a las necesidades requeridas	X	X	Estrategia propia de la empresa	Todo el personal	A definirse	A definirse															

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la empresa IDS.

3.4. Argumentación de la Idea a Defender

La idea a defender del proyecto se planteó de la siguiente manera: las herramientas de ME es una guía para empresas del sector manufacturero que enfrentan fluctuaciones de demanda y recesión económica, para el aumento de la productividad, flexibilidad y rentabilidad.

En este sentido, basado en los problemas de manufactura encontrados en la empresa IDS, se propuso implementar un plan de mantenimiento preventivo para abordar los posibles problemas en la maquinaria crítica del proceso productivo. Según los resultados, se espera que este enfoque resuelva al menos el 15% de los problemas identificados. A continuación, se presenta un cuadro resumen que muestra los resultados esperados:

Cuadro 25. Resultados esperados

Maquinaria crítica	Problemas identificados	Problemas resueltos (estimado)
Molino Triturador de Polímero	1	0.15
Inyectora de Polímero Horizontal (INYH01)	1	0.15
Inyectora de Polímero Horizontal (INYH02)	1	0.15

Fuente: elaboración propia

Según el análisis realizado, se encontraron problemas en la maquinaria crítica de la empresa IDS. Para abordar estos problemas, se propuso implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en los históricos de mantenimiento correctivo y los manuales de usuario de cada una de las máquinas. Este plan de mantenimiento incluye una serie de actividades con su respectiva frecuencia, las cuales se detallan en los cuadros 11 y 12.

Se espera que, al implementar este plan de mantenimiento preventivo, se logre resolver al menos el 15% de los problemas identificados en la maquinaria crítica. Esto implicaría una mejora significativa en la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, así como la reducción de tiempos de inactividad y costos asociados a mantenimiento correctivo.

CONCLUSIONES

- El estado del arte y de la práctica facilita la revisión de los fundamentos que sustentan el pensamiento *Lean*, en donde se puntualizan las herramientas que configuran el modelo de manufactura esbelta. Los elementos técnicos que lo configuran incluyen la participación activa de los empleados, el Sistema de Producción de Toyota, la implementación de Heijunka, Jidoka y el seguimiento de costos de producción para mejorar el proceso productivo de IDS.

- La revisión biográfica realizada sobre 20 artículos, así como los registros técnicos recabados en el alcance de estudio de la empresa I-D-S y el aporte tanto profesional como bibliográfico de casos similares de estudio, permitieron corroborar que la calidad y la productividad de empresas manufactureras favorecen tras la instauración de herramientas que configuran modelos de manufactura esbelta como es el Caso de TPS y demás modelos que se indagan.

- Los resultados, producto de la aplicación de la encuesta a 10 personas del departamento productivo, identifican los problemas relacionados con el proceso la investigación, dan una guía del manejo de materia prima, mantenimiento de maquinaria, distribución de la planta, capacitación del personal, entre otros, que influyen en la calidad y productividad evidenciadas en la empresa I-D-S tomada como objeto de estudio.

- Por último, el Modelo de Manufactura Esbelta propuesto para la empresa I-D-S busca abordar varios problemas relacionados con la calidad de los productos, la eficiencia de los procesos y la optimización de recursos. Se basa en herramientas como Justo a Tiempo, Kaizen, Jidoka, Heijunka y 5S, que han demostrado ser exitosas en otras organizaciones. Estas herramientas se aplican de manera específica en I-D-S para reducir el inventario, fomentar la mejora continua, incorporar calidad en el proceso de producción, lograr una

producción nivelada y mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado. Además, se propone un plan de mantenimiento anual, incluyendo el concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para abordar el problema de falta de corrección oportuna de problemas de productividad. Se establece un programa de capacitación anual para los operarios de la maquinaria crítica, junto con un plan de mantenimiento preventivo específico para cada máquina.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la indagación de factores ergonómicos y Buenas prácticas de manufactura (BPM), con el fin de crear ambientes seguros de producción y reducir riesgos y peligros laborales y prevenir accidentes de trabajo. Del mismo modo, es necesario implementar programas de capacitación y motivación para fomentar la participación activa de los empleados en la adopción de prácticas de manufactura esbelta. Involucrarlos en la toma de decisiones y reconocer sus contribuciones.

- Del mismo modo, se recomienda establecer sistemas flexibles de producción que permitan cambios rápidos y eficientes para adaptarse a las demandas cambiantes del mercado. Implementar controles de calidad rigurosos desde el inicio del proceso para garantizar la calidad de los productos en tiempos reducidos.

- Se inspira a futuras investigaciones sobre la influencia del factor humano y tecnológico en la mejora de la calidad y productividad de las empresas dedicadas a la fabricación de suelas. Del mismo modo, se sugiere la implementación de registros digitales en los procesos productivos de la empresa a fin de mantener la trazabilidad de los indicadores.

- Del mismo modo, recomienda aprovechar las herramientas utilizadas en esta propuesta como Justo a tiempo, Kaizen, Jidoka, Heijunka y 5S para futuros estudios aplicadas al proceso productivo. Estas herramientas brindan una visión integral y permiten tomar decisiones informadas en la planificación y gestión de inventarios, la optimización de rutas de transporte y la asignación de recursos. Además, se sugiere explorar nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en tiempo real.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, G., Alarcón, P., & Guadalupe, S. (2019). La elaboración del mapa de procesos para una universidad ecuatoriana. *Revista ESPACIOS*, *40*(19).

Alvarado, K., & Pumisacho, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del distrito metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital*, *13*(2), 479. https://doi.org/10.3926/ic.901

Amaya, P., Felix, E., Rojas, S., & Diaz, L. (2020). Quality management: A study from its beginnings. *Revista Venezolana de Gerencia*, *25*(90), 632-647. https://doi.org/10.37960/rvg.v25i90.32406

Aparicio, R. (2020). Recuperación de las muestras en estudios longitudinales con adolescentes a través de las redes sociales: el estudio ILSEG. *Sociedad e Infancias*, *4*, 23-34. https://doi.org/10.5209/soci.68090

Astudillo, S., & Briozzo, A. (2017). Obstáculos del sector manufacturero ecuatoriano y argentino: evidencia empírica desde las empresas innovadoras. *Estudios Gerenciales*, *37*, 387-398. https://doi.org/10.18046/j.estger.2021.160.4014

Badillo, K., & Cetre, K. (2018). Uso De La Metodología “ Justo a Tiempo ” En Las Empresas De Servicios . *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 1-11.

Barreras, I. Z. (2022). La mejora continua: Elemento de competitividad empresarial. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, *9*(17).

Bauzá, F., & Melgoza, F. (2020). *El turismo después de la pandemia global, análisis, perspectivas y vías de recuperación.*

Bravo, M. C., Muñoz, R. J., & Loor, H. Y. (2021). Análisis estadístico de los niveles de producción en las MIPYMES ecuatorianas durante la COVID-19. *Revista Publicando*, *8*(31), 379-391. https://doi.org/10.51528/rp.vol8.id2257

Burgos, C., Villacrés, P., Cabrera, M., & Salazar, W. (2022). El calzado de seguridad en el Ecuador, factores que inciden en la calidad del producto y en la productividad de las organizaciones. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, *5*(1), 61-82. https://doi.org/10.37135/ns.01.09.05

Camino, S., Armijos, G., & Cornejo, G. (2018). Productividad Total de los Factores en el sector manufacturero ecuatoriano: evidencia a nivel de empresas. *Cuadernos de Economía*, *41*, 241-261.

Coronado, J., Portillo, T., Barrón, E., Moreno, G., & Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia y Trabajo*, 171-178.

Curillo, E., Saraguro, R., Lorente, L., Ortega, E., & Machado, C. (2018). Herramientas de manufactura esbelta en la empresa textil Anitex. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, *marzo*.

Diaz Muñoz, G. A., Alfredo, D., & Duque, S. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *PODIUM*, *39*, 19-36. https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2

Favela, M., Escobedo, M., Romero, R., & Hernández, J. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, *16*(1), 115-133. https://doi.org/10.22507/RLI.V16N1A6

Fontalvoa, T., De la Hoz, E., & Morelos, J. (2017). Productivity and its Factors: Impact on Organizational Improvement. *Dimensión Empresarial*, *16*(1), 47-60. https://doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375

Garro, E. (2020). Del departamento de control de calidad a la cultura de calidad. *Universidad Andina Simón Bolívar*, *8*, 237-246.

Gómez, E. (2022). Métodos mixtos aplicados a los estudios del desarrollo rural regional. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales (ReLMeCS)*, *12*(1). https://doi.org/10.24215/18537863e103

Gómez, L., & Cervantes, K. (2019). El efecto de la mejora continua en la productividad y calidad, de la empresa PSF. *VinculaTégica*.

Gómez, R. (2021). Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa ¨Facalsa¨ de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *5*(5), 7798-7807. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.876

Gonzáles, L. (2019). Diseño y metodología de la investigación. *Horizonte de la Ciencia*, *9*(17), 1-10. www.tesisconjosearias.com

González, H. H., Marulanda, N., & Echeverry, F. J. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, *85*(85), 199-218. https://doi.org/10.21158/01208160.N85.2018.2058

Guamán, K., Hernández, E., & Lloay, S. (2021). El proyecto de investigación: la metodología de la investigación científica o jurídica. *Revista Conrado*, *17*(81), 163-168. https://orcid.org/0000-0002-0517-1015

Hernández, H., Barrios, I., & Martínez, D. (2018). Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. *Criterio Libre*, *16*(28), 169-185. https://doi.org/10.18041/1900-0642/CRITERIOLIBRE.2018V16N28.2130

Hernandez, H., Martinez, D., & Rodriguez, J. (2017). Gestión de la calidad aplicada en el mejoramiento del sector universitario Management of quality applied in the improvement of the university sector. *Revista Espacios*, *38*(20), 29.

Hernández, N., Ccapacca, M., Roncal, F., & Atoche, W. (2021). Reduction of loss of balance in the manufacturing process of beds for the health sector

applying Lean tool (Heijunka, Kanban and Supermarket). *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, *2021-July*. https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.432

Hernández, V., Zarate, P., & García, A. (2018). Mejoramiento del área de manufactura de una línea aplicando la Manufactura Esbelta. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, *4*, 284-288.

Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2021). Ishikawa Diagram dan. *Artikel Mini Review*, *6*(1).

Huaman, W., Garay, F., Limaco, J., & Atoche, W. (2021, agosto 15). Análisis Y Propuesta De Mejora Del Proceso De Servicio De Mantenimiento Preventivo Usando Herramientas Lean: Caso De Estudio. *Proceedings of the 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future"*. https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.317

Ibarra, V., & Ballesteros, L. (2017a). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, *53*.

Ibarra, V., & Ballesteros, L. (2017b). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, *53*. https://www.redalyc.org/articulo.oa?

Juárez, S., García, R., & Guevara, I. (2019a). Mejoramiento de la Productividad en Pymes de la Industria Manufacturera del Vestido, aplicando Manufactura Esbelta. *Los Sistemas de Calidad en las operaciones fomentando la competitividad de las empresas*, *1*, 67-88.

Juárez, S., García, R., & Guevara, I. (2019b). Mejoramiento de la Productividad en Pymes de la Industria Manufacturera del Vestido, aplicando Manufactura Esbelta. *Los Sistemas de Calidad en las operaciones fomentando la competitividad de las empresas*, *1*, 67-88.

León, E., Marulanda, N., & González, H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, *18*(1), 85-100. https://doi.org/10.22267/RTEND.171801.66

Lilia, A., Coto, C., Graciela, N., & León, S. (2018). Contexto socio-económico en el desarrollo del marketing de consumo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. http://remca.

Lizarzaburu, E. (2016). La gestión de la calidad en Perú: un estudio de la norma ISO 9001, sus beneficios y los principales cambios en la versión 2015. *Universidad & Empresa*, *18*(30), 33-54. https://doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.30.2016.02

López, H., & López, E. (2019). Manual de procedimientos para la producción de calzado. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*.

Moreno, K., Barreto, V., & Zurita, K. (2022). Efectos del gasto en marketing en las ventas del sector calzado de la provincia de Tungurahua. *REVISTA ERUDITUS*, *3*(3), 27-42. https://doi.org/10.35290/re.v3n3.2022.661

Moreno, P., & Santos, M. (2022). Optimización de procesos de producción en medianas empresas del sector textil. *RECIAMUC*, *6*(1). https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(1).enero.2022.226-234

Murillo Rodríguez, J. D. (2020). Algoritmo de optimización para sistema de gestión eléctrica inteligente. *Revista Ingeniería*, *30*(2). https://doi.org/10.15517/ri.v30i2.40598

Navarro, E., Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Metodología e Implementación de Six Sigma. *3c Empresa*. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80

Navarro, O., Ferrer, W., & Burgos, O. (2018). La calidad como factor estratégico en el desarrollo competitivo de las pequeñas y medianas empresas. *Universidad y Sociedad, 10*(2), 171-174.

Ochoa, J., & Yunkor, Y. (2021). El estudio descriptivo en la investigación científica. *Acta Jurídica Peruana*, *2*(2).

Ortega, Y., & Vaca, S. (2018). Filosofía Lean y Gerencia de Operaciones: El caso de las empresas de Ambato, Ecuador. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, *13*(1). https://doi.org/10.24133/cctespe.v13i1.819

Palomino, M. (2017). Importancia del sector industrial en el desarrollo económico: Una revisión al estado del arte. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, *5*(0). https://doi.org/10.5354/0719-6296.2017.46356

Rodríguez, D., Mosquera, X., & Vega, A. (2022). Análisis de la aplicación del modelo de economía circular en las empresas del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *5*(1).

Sánchez, A. M., Vayas, T., Fernado, M., & Freire, C. (2019). Industria Manufacturera Calzado y afines. En *Universidad Tecnica de Ambato*.

Santeliz, A. (2014). *Comportamiento de la Industria Manufacturera en diferentes países (Análisis de su Dinámica Histórica): Vol. XX* (Número 1).

Sierra, C., González, A., & Arteaga, W. (2019). Caracterización de las Empresas Pymes Textileras del Departamento de Cundinamarca, en el uso de la Filosofía Jidoka. *Semilleros*, *VI*(04), 50-59.

Torres, L., Georgina, S., Hidalgo Hidalgo, W. A., Valencia, F., Verónica;, G., Cantos, B., & Paola, J. (2019). Incidencia del crecimiento económico del sector manufacturero sobre el Producto Interno Bruto en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*.

Vaca, H. (2020). La filosofía Lean en la cadena de valor: Un componente escencial para crear ventajas competitivas. *Revista de Investigación Enlace Universitario*, *19*(1), 125-139. https://doi.org/10.33789/enlace.19.1.65

Villarreal Meza, D. C., Cevallos Vizuete, M. G., Arias Portalanza, D. C., & Moya Palacios, K. A. (2022). Optimización de los procesos de logística, su mejora y satisfacción al cliente. *ConcienciaDigital*, *5*(1.3). https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.3.2137

Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Manual del Lean Manufacturing. Guía básica* (Grupo Noriega, Ed.; 1.ª ed.). Editorial Limusa S.A.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

MODELO DE MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZACIÓN DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INGENIERÍA-DISEÑO-SUELA

OBJETIVO DE LA ENCUESTA

Estimado la presente encuesta forma parte de un proyecto de investigación académico, tiene como finalidad diagnosticar la situación actual del proceso productivo, para configurar el modelo de manufactura esbelta para la optimización de calidad y productividad en la empresa de fabricación de suelas Ingeniería-Diseño-Suela (IDS).

Los datos obtenidos mediante este cuestionario serán utilizados con total confidencialidad para el estudio.

Instructivo: Lea detenidamente las preguntas, y marque con un X en el casillero que corresponda.

1. **Datos generales del encuestado.**

a. Género: F___ M___
b. Edad: ___
c. Estado Civil: Soltero/a___ Casado/a___ Viudo/a___ Divorciado/a___
d. Nivel de instrucción:
   Primaria___ Secundaria___ Tercer nivel___ Cuarto nivel___

e. Tipo/nivel de su cargo en la empresa
   Nivel gerencial___ Nivel administrativo___ Nivel operativo___
   Comercialización y ventas___
f. ¿Cuántos años ha laborado en la empresa? _____
g. ¿Cuántos años lleva ejecutando su trabajo en su cargo actual? _____

2. Cuestionario

La escala de Likert varía de 1 a 5, donde 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 5 representa "Totalmente de acuerdo". Seleccione la opción que mejor refleje su opinión.

	Herramienta y cuestionario	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	Manufactura esbelta					
	TPM (Mantenimiento Productivo Total):					
	Se mide y busca reducir el tiempo de inactividad planificado de los equipos y máquinas.					
	Se busca reducir el tiempo promedio de reparación de los equipos y máquinas en caso de fallas.					
1	La empresa cuenta con un programa de mantenimiento preventivo efectivo para los equipos y maquinaria.					
2	Se realizan revisiones regulares de los equipos para evitar fallas y paros inesperados en la producción.					
3	La empresa promueve la participación activa de los empleados en el mantenimiento y mejora de los equipos.					
4	Existe un sistema de registro y seguimiento de las actividades de mantenimiento realizadas.					
5	La empresa ofrece capacitación adecuada para el personal encargado del mantenimiento de los equipos.					
	5S (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina):					
6	Los espacios de trabajo están ordenados y libres de desorden y elementos innecesarios.					
7	Se siguen procedimientos estandarizados para mantener la limpieza y el orden en las áreas de trabajo.					
8	Todos los empleados son responsables de mantener sus áreas de trabajo limpias y ordenadas.					

	Herramienta y cuestionario	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
9	Se utilizan etiquetas y señalización clara para identificar los lugares adecuados para almacenar herramientas y materiales.					
10	La empresa fomenta una cultura de disciplina y cumplimiento de los estándares de orden y limpieza.					
	SMED (Cambio rápido de herramientas):					
11	El proceso de cambio de herramientas, se realiza de manera eficiente y sin retrasos significativos en la producción.					
12	Se cuenta con una lista de verificación detallada para el cambio de herramientas, que ayuda a minimizar errores.					
13	Existe un equipo capacitado encargado de llevar a cabo los cambios de herramientas de manera efectiva.					
14	La empresa busca constantemente formas de reducir el tiempo necesario para el cambio de herramientas.					
15	Se realizan análisis periódicos para identificar oportunidades de mejora en el proceso de cambio de herramientas.					
	Kanban (Sistema de control de inventario):					
16	Se utiliza un sistema para controlar el inventario de materiales de manera eficiente.					
17	El sistema de control ayuda a evitar la escasez o el exceso de materiales en el área de producción.					
18	Se lleva un seguimiento regular del inventario utilizando tarjetas Kanban u otro método visual.					
19	Los empleados están capacitados para entender y utilizar el sistema de control de inventarios correctamente.					
20	Se realizan revisiones periódicas del sistema de control de inventarios para identificar posibles mejoras.					
	Kaizen (Mejora continua):					
21	La empresa fomenta la participación de los empleados en la identificación y solución de problemas.					
22	Se realizan reuniones regulares para discutir ideas de mejora y tomar acciones para implementarlas.					
23	Existe un sistema formal para registrar y evaluar las propuestas de mejora presentadas por los empleados.					
24	La empresa ofrece incentivos y reconocimiento a los empleados que proponen ideas de mejora efectivas.					

	Herramienta y cuestionario	1	2	3	4	5
	Heijunka					
	Se implementan cambios rápidos en la producción de suelas para adaptarnos a las variaciones en la demanda del mercado.					
	Se mantienen altos estándares de calidad en la producción de suelas, evitando defectos y problemas en períodos cortos.					
	Jidoka					
	Se enfatiza la importancia de realizar las actividades correctamente desde el inicio para garantizar la calidad de las suelas y satisfacer las expectativas de los clientes.					
	Just in time					
	Se realiza un seguimiento constante del inventario para evitar la acumulación innecesaria de materiales o productos terminados.					
	Se trabaja en reducir los tiempos de entrega a los clientes mediante una planificación eficiente y una sincronización adecuada de los procesos.					
	Se identifican y se eliminan los movimientos innecesarios o desperdiciadores en los procesos de producción y logística.					
	Se promueve la calidad desde el inicio de los procesos, evitando la generación de productos defectuosos y la necesidad de retrabajos o correcciones posteriores.					
	Productividad					
	Se utilizan eficientemente los recursos disponibles para alcanzar los objetivos establecidos.					
	Se realiza un seguimiento constante de los costos de producción para garantizar su control y optimización.					
	Se establecen estándares de calidad claros y se monitorea de manera regular para asegurar la satisfacción del cliente y reducir la presencia de productos defectuosos.					
	Se cumple con los plazos de entrega acordados con los clientes de manera consistente y confiable.					
	Se alcanza un alto rendimiento en términos de producción en relación con la capacidad máxima de producción establecida.					
	Se enfoca en la satisfacción del cliente como objetivo principal, garantizando que los productos cumplan con sus expectativas y requisitos.					
	Se establecen mecanismos y procesos para asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega comprometidos con los clientes.					

Anexo 2. Matriz de revisión

MATRIZ DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

N°	Autores	Título	Revista	Año	Campo de aplicación	Aplicación	Herramientas			Resultados	
1	Sundararajan & Terkar	Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles	Materials Today: Proceedings	2022	Manufactura	Fabricación de elementos de fijación	Kaizen	5S	TPM	Organización del lugar de trabajo	Mejorar la limpieza de la máquina
2	Jiménez et al.	Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study	Procedia Manufacturing	2019	Alimentación	Procesamiento y comercialización de pescados y mariscos	VSM	MUDA		Avances en la organización de la planta	Avances en tiempos de proceso
3	Venkat Jayanth et al.	Implementation of lean manufacturing in electronics industry	Materials Today: Proceedings	2020	Electrónica	Fabricación de componentes electrónicos	5S	VSM	DMAIC	Reducción del plazo de entrega	Aumento de productividad
4	Samuel et al.	Implementation of lean manufacturing with the notion of quality improvement in electronics repair industry	Materials Today: Proceedings	2021	Electrónica	Reparación electrónica no automatizadas	Kaizen	Poka-Yoke		Aumento de productividad	Mejora de calidad

N°	Autores	Título	Revista	Año	Campo de aplicación	Aplicación	Herramientas			Resultados	
5	Shabeen Sirajudeen & Aravind Krishnan	Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study	Materials Today: Proceedings	2022	Manufactura	Fabricación de elementos prefabricados de hormigón estructural	VSM			Aumento de producción	Reducción en tiempo de entrega
6	Palange & Dhatrak	Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing	Materials Today: Proceedings	2021	Alimentación	Procesamiento de alimentos. Fabricación de implementos textiles	VSM	5S		Reducción del plazo de entrega	Limpieza y orden del lugar de trabajo
7	Sutharsan et al.	Productivity enhancement and waste management through lean philosophy in Indian manufacturing industry	Materials Today: Proceedings	2020	Manufactura	Fabricación de bombas	VSM			Reducción de desperdicios	Aumento en la velocidad de producción
8	Dinesh et al.	Improving the productivity in carton manufacturing industry using value stream mapping (VSM)	Materials Today: Proceedings	2022	Manufactura	Industria de fabricación de cartón	VSM			Reducción de tiempos de ciclo	Reducción en tiempo de entrega
9	Monteiro et al.	Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED	Procedia Manufacturing	2019	Manufactura	Industria metalmecánica, sector del mecanizado	VSM	SMED		Reducción de desperdicios	Aumento de productividad

N°	Autores	Título	Revista	Año	Campo de aplicación	Aplicación	Herramientas			Resultados	
10	Narke & Jayadeva	Value Stream Mapping: Effective Lean Tool for SMEs	Materials Today: Proceedings	2020	Manufactura	Industria de fabricación de bridas	VSM			Reducción de tiempos de entrega	Aumento de productividad
11	Tortorella et al.	Design of a methodology to incorporate Lean Manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies	Procedia Computer Science	2020	Servicio	Seguridad y Salud en el Trabajo. Reducción de accidentes.	5S	Kanban		Reducción de niveles de riesgos en trabajadores	Adecuada gestión del trabajo
12	Hernandez Marquina et al.	Application of Value Stream Mapping tool to improve circular systems	Cleaner Engineering and Technology	2021	Manufactura	Fabricación de productos varios	VSM			Reducción de desperdicios	
13	Goh M. & Goh Y.	Lean production theory-based simulation of modular construction processes	Automation in Construction	2019	Construcción	Prefabricación y construcción modular	Kanban	JIT		Reducción de tiempos de ciclo	Aumento de productividad
14	Mojib Zahraee et al.	Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation	Procedia Manufacturing	2020	Manufactura	Industria de calentadores	VSM			Reducción de desperdicios	Reducción de tiempos de producción
15	Edwin Joseph et al.	Analysis on productivity improvement, using	Materials Today: Proceedings	2021	Manufactura	Fabricación de correas de distribución	Kanban			Aumento de productividad	Reducción de tiempos de ciclo

N°	Autores	Título	Revista	Año	Campo de aplicación	Aplicación	Herramientas			Resultados	
		lean manufacturing concept									
16	Paul-Eric et al.	How to use lean manufacturing for improving a Healthcare logistics performance	Procedia Manufacturing	2020	Medicina	Cadena de suministro y logística	DMAIC			Reducción de tiempo de entrega	Mejora en la calidad del producto
17	Vijayakumar & Suresh	Lean based cycle time reduction in manufacturing companies using black widow based deep belief neural network	Computers & Industrial Engineering	2022	Manufactura	Industria óptica	VSM			Reducción de tiempos de ciclo	Incremento de las ganancias
18	Soltani et al.	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	2023	Manufactura	Industria del hierro	VSM	DEMATEL	TOPSIS	Fabricación sostenible	
19	Afonso et al.	Proposal of an innovative ergonomic SMED model in an automotive steel	Advances in Industrial and Manufacturing Engineering	2022	Manufactura	Industria de resortes de autos	SMED	VSM		Reducción de tiempos de preparación	Reducción de niveles de riesgos en trabajadores

N°	Autores	Título	Revista	Año	Campo de aplicación	Aplicación	Herramientas			Resultados	
		springs industrial unit									
20	Kundgol et al.	Implementation of value stream mapping (VSM) upgrading process and productivity in aerospace manufacturing industry	Materials Today: Proceedings	2021	Manufactura	Industria aeroespacial	VSM			Reducción de tiempos de ciclo	Reducción de tiempo de entrega

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Material fotográfico

Registro Fotográfico 1. Almacenamiento de materia prima



Fuente: elaboración propia

Registro Fotográfico 2. Material reciclado





Fuente: elaboración propia

Registro Fotográfico 3. Proceso productivo





Fuente: elaboración propia

Registro Fotográfico 4. Almacenamiento de productos terminados





Fuente: elaboración propia